

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 08 Volume: 100

Published: 13.08.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



P.P. Pestrikov  
Pacific National University  
Researcher

## SAVING DATA DURING AN EMERGENCY POWER OFF OF THE MICROCONTROLLER

**Abstract:** The article discusses the features of the implementation of the system for storing current data in the built-in non-volatile memory of the microcontroller during emergency power off. The calculation of the power supply system of the microcontroller for applications powered from the USB port, without a backup source is given. The algorithm for working with the memory of the microcontroller is given.

**Key words:** memory, microcontroller, power.

**Language:** Russian

**Citation:** Pestrikov, P. P. (2021). Saving data during an emergency power off of the microcontroller. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 08 (100), 153-156.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-08-100-28> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.08.100.28>

**Scopus ASCC:** 2204.

### СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ ПРИ АВАРИЙНОМ ВЫКЛЮЧЕНИИ ПИТАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

**Аннотация:** в статье рассматриваются особенности реализации системы сохранения текущих данных во встроенную энергонезависимую память микроконтроллера при аварийном выключении питания. Приводится расчет системы электропитания микроконтроллера для приложений с питанием от USB порта, без резервного источника. Приведен алгоритм работы с памятью микроконтроллера.

**Ключевые слова:** память, микроконтроллер, питание.

#### Введение

Во многих современных микроконтроллерах энергонезависимая память EEPROM организована «виртуально» на базе памяти типа FLASH [1-3]. При этом для программиста создается аппаратная (в виде управляющих регистров) или программная API. С точки зрения программиста разницы нет, работать с настоящей памятью EEPROM или с ее виртуальным аналогом. С точки зрения ресурса циклов перезаписи второй вариант даже предпочтительней, поскольку позволяет увеличить количество циклов перезаписи до 500 и более тысяч, против 100 тысяч у физической EEPROM.

Однако, в некоторых случаях программисту стоит знать особенности реализации памяти типа EEPROM на конкретном микроконтроллере, так как такая «виртуализация» сильно влияет на время

записи данных в ячейку памяти. И это время для одной и той же ячейки может сильно отличаться от раза к разу. Особенно это важно учитывать, когда в EEPROM планируется сохранять данные при аварийном выключении питания микроконтроллера.

#### Функциональная схема системы питания

Многие микроконтроллерные устройства не имеют резервной системы электропитания и предназначены для питания от распространенного интерфейса USB и различных его модификаций. В случае аварийного выключения питания устройства, система питания должна обеспечить микроконтроллер необходимой энергией в течении времени, необходимого для записи данных в энергонезависимую память. Функциональная схема одного из возможных решений приведена на рис. 1.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

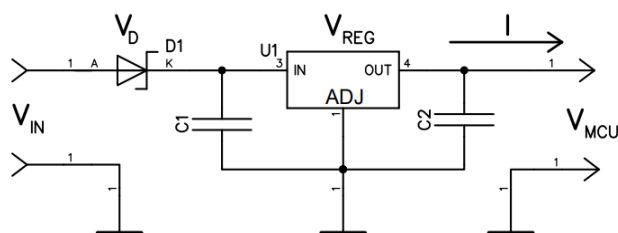


Рисунок 1 – Функциональная схема питания микроконтроллера на линейном стабилизаторе.

Приведенное решение представляет собой линейный блок питания, дополненный диодом Шоттки во входной цепи, для исключения разряда конденсатора  $C_1$  через внешние цепи при

выключении питания. В штатном режиме напряжение на конденсаторе  $C_1$  равно:

$$U_{C1} = U_{IN} - U_D \quad (1)$$

При выключении питания схему на рис. 1 можно представить как показано на рис. 2.

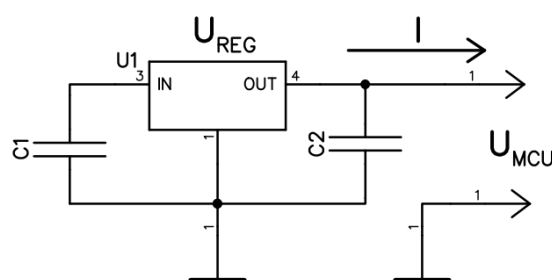


Рисунок 2 – Питание микроконтроллера при аварийном выключении.

Предположим, что микроконтроллер потребляет ток  $I = const$ . Тогда напряжение на конденсаторе  $C_1$  изменяется по закону:

$$U_{C1}(t) = U_{C1}(0) - \frac{I \cdot t}{C_1}, \quad (2)$$

где  $U_{C1}(0)$  определяется выражением (1).

Выражение (2) справедливо до тех пор, пока  $U_{C1} - U_{MCU} \geq U_{REG.min} \cdot U_{REG.min}$  – минимальное падение напряжение на линейном регуляторе, при котором обеспечивается стабилизация выходного напряжения.

Подставляя (1) в (2) получим:

$$t_{num} = \frac{C_1 (U_{C1}(0) - U_{MCU} - U_{REG.min})}{I}, \quad (3)$$

Выражение (3) определяет время  $t_{num}$  в течении которого энергия, запасенная в конденсаторе  $C_1$ , обеспечивает микроконтроллер стабилизированным напряжением питания. После этого временного интервала выходное напряжение начнет снижаться и выйдет за рабочий диапазон.

### Алгоритм сохранения данных при выключении питания

Поскольку для реализации функционала EEPROM используется FLASH память, в которой один байт информации может быть изменен лишь однократно, а после потребуется стирание всей страницы, то под одну «виртуальную» ячейку EEPROM выделяется несколько ячеек FLASH памяти. При этом лишь в одной из них хранится актуальное значение по указанному адресу байта, в остальных хранится устаревшее значение. При превышении определенного количества записей в один адрес «виртуальной» EEPROM происходит сначала копирование всей страницы FLASH в буфер, затем ее стирание, а после запись актуальных значений из буфера обратно во FLASH память. Время записи одного байта по одному и тому же адресу «виртуальной» Flash сильно зависит от того, какой по счету раз происходит запись. Для примера на рис. 3 приведены характеристики времени записи в EEPROM для микроконтроллера tm4c123.

## Impact Factor:

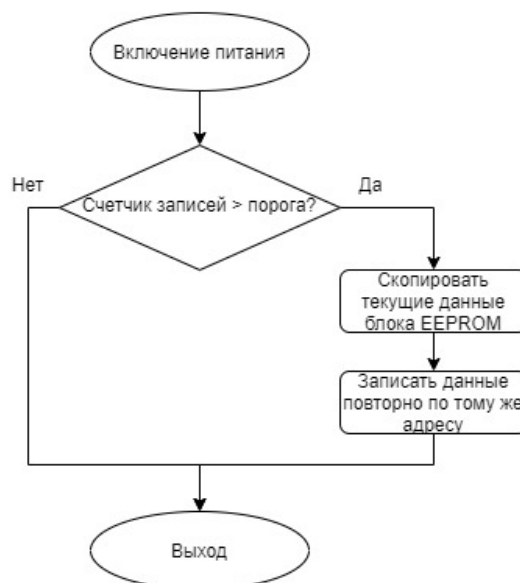
<b>ISRA (India)</b> = <b>6.317</b>	<b>SIS (USA)</b> = <b>0.912</b>	<b>ICV (Poland)</b> = <b>6.630</b>
<b>ISI (Dubai, UAE)</b> = <b>1.582</b>	<b>ПИИЦ (Russia)</b> = <b>0.126</b>	<b>PIF (India)</b> = <b>1.940</b>
<b>GIF (Australia)</b> = <b>0.564</b>	<b>ESJI (KZ)</b> = <b>9.035</b>	<b>IBI (India)</b> = <b>4.260</b>
<b>JIF</b> = <b>1.500</b>	<b>SJIF (Morocco)</b> = <b>7.184</b>	<b>OAJI (USA)</b> = <b>0.350</b>

Parameter Name	Min	Nom	Max	Unit
Program time for 32 bits of data - space available	-	110	600	µs
Program time for 32 bits of data - requires a copy to the copy buffer, copy buffer has space and less than 10% of EEPROM endurance used	-	30	-	ms
Program time for 32 bits of data - requires a copy to the copy buffer, copy buffer has space and greater than 90% of EEPROM endurance used	-	-	900	ms
Program time for 32 bits of data - requires a copy to the copy buffer, copy buffer requires an erase and less than 10% of EEPROM endurance used	-	60	-	ms
Program time for 32 bits of data - requires a copy to the copy buffer, copy buffer requires an erase and greater than 90% of EEPROM endurance used	-	-	1800	ms

Рисунок 3 – Пример зависимости времени записи EEPROM для одного микроконтроллера.

Минимальное время записи обеспечивается в случае, если не используется буфер. Для программного контроля использования буфера необходимо в структуру записываемых данных ввести переменную-счетчик, хранящую количество циклов записи данной структуры в

указанную область памяти. Кроме того, желательно для записи данных при выключении питания выделить область в EEPROM кратную блокам памяти. Блок – схема алгоритма программного контроля использования буфера приведена на рис. 4.



Блок – схема алгоритма программного контроля использования буфера.

### Закключение

Задачу успешной записи данных в EEPROM при аварийном выключении питания можно решить двумя способами. Или спроектировать систему питания так, чтобы времени в выражении (3) было достаточно для наихудшего случая записи данных, однако это приведет к чрезмерному увеличению емкости конденсатора

С1. Или можно обеспечить программный контроль количества записей в нужные адреса EEPROM, так, чтобы гарантировалось, что при выключении питания в выбранной ячейке EEPROM всегда было место для непосредственной записи без необходимости использовать буфер.

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 6.317</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 1.582</b>	<b>PIHII (Russia) = 0.126</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 9.035</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 7.184</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

## References:

- (n.d.). *AN4894 Application note. EEPROM emulation techniques and software for STM32 microcontrollers.*
- (n.d.). *EEPROM Emulation AN0019 - Application Note.*
- (n.d.). *Tiva TM4C123GH6PM Microcontroller DATA SHEET.*
- Bessonov, L.A. (1996). *Teoreticheskie osnovy jelektrotehniki.* Moskva: Vysshaja shkola.
- Folkenberri, L. (1985). *Primenenie operacionnyh usilitelej i linejnyh IS:* Per. s angl, (p.572). Moscow: Mir.
- Pejton, A. Dzh., & Volsh, V. (1994). *Analogovaja jelektronika na operacionnyh usiliteljah.,* ISBN 5-7503-0013-7. (p.352). Moscow: Binom.
- Karter, B. (2011). *Operacionnye usiliteli dlja vseh / per. s angl. A.N. Rabodzeja,* (p.544). Moscow: Dodjeka - XXI.
- Lenk, Dzh. (1978). *Rukovodstvo dlja pol'zovatelej operacionnyh usilitelej:* Per. s angl./ Pod red. I.N. Tepluka. (p.328). Moscow: Svjaz`.
- Horovic, P., & Hill, U. (2014). *Iskusstvo shemotehniki:* Per. s angl, Izd. 2-e, (p.704). Moscow: Izdatel'stvo BINOM.
- Kvakernaak, R. S. (1977). *Linejnye optimal'nye sistemy upravlenija.* Per. s angl, (p.638). Moscow: Izdatel'stvo «Mir».