

Ответы на викторину

"Питание микроконтроллеров"

("Радио", 2019, № 12, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 0. Входной конденсатор C1 обеспечивает устойчивость работы (отсутствие самовозбуждения) интегрального стабилизатора DA1. Он может отсутствовать, если вход стабилизатора соединяется с выпрямителем источника питания проводником длиной не более десятка сантиметров [1]. Этот конденсатор снижает требования к выходному импедансу выпрямителя, а также улучшает форму выходного напряжения при переходных процессах. Он должен быть соединён с выводами микросхемы стабилизатора печатными проводниками минимально возможной длины.

В справочных данных разных стабилизаторов рекомендована ёмкость конденсатора C1 от 0,1 мкФ до 22 мкФ. Для микросхемы NCP1117DT33 этот конденсатор должен быть керамическим или оксидным танталовым ёмкостью не менее 10 мкФ. Считается, что этого достаточно для большинства применений.

2. Ответ — 0. На первый взгляд может показаться, что входной и выходной токи линейного стабилизатора напряжения должны совпадать. Однако микросхема LE33CD (как и другие подобные) сама потребляет небольшой ток, втекающий через вывод 3 и вытекающий через вывод 2. В англоязычной литературе его называют "quiescent current" (ток покоя). У микросхемы LE33CD это — 0,5...1,5 мА.

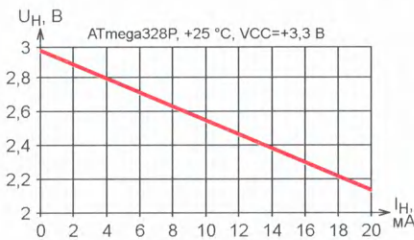
Следовательно, входной ток I_1 у линейных стабилизаторов напряжения больше тока нагрузки I_2 .

3. Ответ — 1. Линия порта одного микроконтроллера, если сконфигурировать её как выход и установить на ней высокий уровень напряжения, может служить источником питания другого микроконтроллера, причём имеется возможность его оперативно включения и выключения первым микроконтроллером. Вытекающий ток любой из выходных линий порта микроконтроллера ATmega328P не должен превышать 40 мА. Следовательно, указанный на схеме ток 20 мА, потребляемый микроконтроллером 2 (например, PIC16F628A), вполне допустим.

Напряжение стабилизации микросхемы BL8568CB3TR25 — 2,5 В, а ми-

нимальное падение напряжения на ней — 0,15 В. Следовательно, напряжение на выходе порта микроконтроллера, с которого напряжение поступает на вход стабилизатора, должно быть не менее 2,65 В.

Однако, если взглянуть на изображённую на рисунке нагрузочную характеристику порта микроконтроллера ATmega328P [2] при напряжении его питания 3,3 В, видно, что уже при токе нагрузки 8 мА это условие перестанет выполняться. С дальнейшим увеличением тока стабилизация нарушится, и напряжение на выходе стабилизатора станет меньше номинальных



2,5 В. Это нужно иметь в виду при практическом применении рассмотренного схемного решения.

4. Ответ — 1. Если бы назначением светодиода HL1 была индикация наличия напряжения питания микроконтроллера, то его вместе с резистором R1 следовало бы включить между выводами 1 и 2 интегрального стабилизатора DA1. В рассматриваемом случае светодиод светится, когда напряжение батареи GB1 выше 5,7...7 В. Если оно ниже (батарея разряжена), светодиод погаснет. При коротком замыкании на выходе стабилизатора DA1 напряжение VCC на микроконтроллер поступать перестанет, а светодиод сигнализирует об этом повышенной яркостью свечения.

5. Ответ — 0. Микросхема LM1117IMPX-ADJ — интегральный стабилизатор с регулируемым выходным напряжением. Его устанавливают резисторами R1—R3, необходимые сопротивления которых рассчитывают исходя из заданного выходного напряжения U_{OUT} и формулы

$$U_{OUT} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R1 \cdot R2}{(R1 + R2) \cdot R3}\right).$$

На практике расчётные значения сопротивления резисторов получаются далёкими от стандартных номинальных значений наиболее распространённого ряда E24. Если, например, отказавшись от резистора R1, выбрать номиналы резисторов R2 и R3 из этого ряда ближайшими к расчётным (с допуском $\pm 5\%$), то выходное напряжение не совпадёт с заданным в среднем на $\pm 7\%$. Если нужна лучшая точность, то выходов два. Первый — применить прецизионные и более дорогие резисторы из рядов E48—E192 или подобрать их из имеющихся резисторов худшей точности. Второй — установить выходное напряжение немного большим заданного с помощью обычных резисторов R2 и R3, а затем уменьшить его до нужного значения, подключив резистор R1 и подбирая только его. Поскольку мощность, рассеиваемая резисторами R1 и R2, не превышает 10 мВт, упрочнять их не требуется.

6. Ответ — 1. Компьютер может обеспечить микроконтроллер питанием через свой COM-порт. Для этого на выходных линиях RTS и DTR нужно программно задать высокие уровни напряжения (от 5 до 15 В, в зависимости от установленного в компьютере контроллера того порта). Линии CTS, RXD — входы, поэтому использовать их как источники напряжения не получится.

7. Ответ — 1. Шину USB довольно часто используют как источник питания микроконтроллерных устройств. Номинальное напряжение на её линии V_{bus} — 5 В, максимальный ток нагрузки которой 500 мА. Импульсные помехи, генерируемые компьютером, могут сбивать работу микроконтроллера, поэтому в линии питания последнего устанавливают фильтры. В рассматриваемом случае они образованы резисторами R1—R3 и конденсаторами C1—C3.

Однако микроконтроллер и сам генерирует импульсные помехи в цепи питания, поэтому те же самые RC-фильтры служат и для подавления помех, распространяющихся от микроконтроллера к компьютеру. Плохо экранированный соединительный кабель может излучать недостаточно подавленные помехи, что способно нарушить работу находящихся поблизости радиоприёмных устройств.

8. Ответ — 0. Логика работы рассматриваемого узла следующая. В исходном состоянии транзисторы VT1 и VT2 закрыты, напряжение питания на микроконтроллер не поступает. Нажатием на кнопку SB1 открывают транзистор VT2, чем подают напряжение питания +5 В на микроконтроллер. Заработавшая програм-

ма микроконтроллера первым делом должна установить на линии своего порта, соединённой с резистором R2, высокий уровень напряжения, чем открыть транзистор VT1. Теперь кнопку SB1 можно отпустить, поскольку она зашунтирована открытым транзистором. По этой же причине повторные нажатия на кнопку SB1 на состояние устройства влияния не оказывают.

Чтобы выключить микроконтроллер, его программа должна сменить высокий уровень на линии порта низким, закрыв этим транзистор VT1, а с ним и VT2. Такое состояние сохранится до следующего нажатия на кнопку SB1, которое вновь включит микроконтроллер.

9 ● Ответ — 1. Ионисторы — это малогабаритные конденсаторы сверхбольшой ёмкости, которые применяют для резервного питания в часах реального времени, системах хранения данных, в промышленной автоматике, а также в портативных устройствах высокой надёжности. Внутреннее сопротивление этого элемента довольно велико, например, у ионистора EECFL0H105 оно равно 20 Ом на частоте 1 кГц. Следовательно, для подавления высокочастотных помех ионисторы непригодны.

В рассматриваемом узле ионистор C1 обеспечивает питанием микроконтроллер в процессе "горячей" замены элементов питания G1 и G2. Предельная продолжительность работы устройства от ионистора в процессе этой замены зависит от его ёмкости и тока нагрузки, поэтому в каждом конкретном случае ионистор подбирают экспериментально. Резистор R1 ограничивает ток зарядки ионистора, чтобы не превысить его допустимое значение.

10 ● Ответ — 1. Хотя рассматриваемый узел — двухполюсник, это не электронный предохранитель, который разрывает цепь при превышении допустимого тока. Микросхема LM74610-Q1 [3] — контроллер "умного диода", которым служит p-канальный полевой транзистор VT1, защищающий микроконтроллер или другое устройство от подачи напряжения питания в обратной полярности.

В первый момент после подачи напряжения в правильной полярности канал сток—исток транзистора закрыт, поэтому ток нагрузки течёт через его защитный диод, на котором падает довольно значительное напряжение. Однако через 2 мкс микросхема DA1, имеющая в своём составе повышающий преобразователь напряжения, подаёт на затвор транзистора напряжение, открывающее канал. Его сопротивление значительно меньше, чем прямое сопротивление защитного диода. Поэтому падение напряжения на тран-

зисторе резко уменьшается и остаётся таким на всё время работы устройства.

При неправильной полярности питающего напряжения и защитный диод, и канал полевого транзистора остаются закрытыми, так что напряжение на защищаемое устройство не поступает.

Контроллер LM74610-Q1 можно использовать с различными транзисторами и при напряжении между анодом (выв. 4) и катодом (выв. 8) этой микросхемы от +42 В до -45 В. Один из примеров его применения описан в [4].

11 ● Ответ — 1. Поскольку напряжение 4,5 В больше, чем 3,7 В, то при наличии обоих напряжений на микроконтроллер поступит именно оно. В этом режиме диод VD1 открыт, p-канальный полевой транзистор VT1 и его защитный диод закрыты, а литиевый элемент G1 отключён.

Если напряжение в цепи 4,5 В по какой-либо причине исчезает, открывается транзистор VT1 и через него напряжение элемента G1 3,7 В поступает на микроконтроллер. Чтобы снизить разницу напряжений, питающих микроконтроллер в одном и другом режимах, между выходом описанного узла и выводом питания микроконтроллера может быть включён стабилизатор напряжения на 3,3 В.

12 ● Ответ — 1. В цепь VCC₁ поступает напряжение 5 В (сумма напряжения стабилизации стабилитрона VD1 и прямого падения напряжения на светодиоде HL1), а в цепь VCC₂ — только 3,3 В (напряжение стабилизации стабилитрона VD1). Напряжения указаны номинальные, на самом деле из-за разброса параметров стабилитрона и светодиода они будут немного отличаться в ту или иную сторону.

У микроконтроллеров семейства STM32F номинальное напряжение питания — +3,3 В, а максимально допустимое — +4 В. Следовательно, использовать для питания такого микроконтроллера нужно цепь VCC₂. Светодиод HL1 может служить индикатором включения питания.

13 ● Ответ — 0. Современные высокопроизводительные микроконтроллеры требуют раздельного питания вычислительного ядра и встроенной периферии. В рассматриваемом случае напряжение питания на ядро подано через регулируемый интегральный стабилизатор DA1 ADP123AUJZ [5]. Его выходное напряжение U_{OUT} рассчитывают по формуле

$$U_{OUT} = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{10}{10}\right) = 1 \text{ В,}$$

если транзистор VT1 закрыт, или

$$U_{OUT} = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{R1 \cdot (R2 + R3)}{R2 \cdot R3}\right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{10 \cdot (10 + 24,9)}{10 \cdot 24,9}\right) = 1,2 \text{ В,}$$

если он открыт. Получается, что при смене на соединённом с затвором транзистора VT1 выходе порта микроконтроллера высокого логического уровня низким напряжение питания процессорного ядра уменьшается. Следовательно, его быстрое действие также уменьшается.

14 ● Ответ — 1. Рассматриваемый узел предназначен для автоматического включения микроконтроллера при подключении к входу его АЦП внешнего источника звукового сигнала. При отстыкованной вилке XP1 транзистор VT1 закрыт, напряжение питания на микроконтроллер не поступает, и наоборот. В последнем случае затвор p-канального транзистора соединяется с общим проводом резисторами R3 и R1. Причём последний находится в устройстве-источнике звукового сигнала или в соединительном кабеле.

На резисторе R1 присутствует и звуковой сигнал, но это не приводит к открыванию и закрыванию транзистора VT1 в такт мелодии или речи, если максимальная амплитуда этого сигнала достаточно мала и не превосходит порогового напряжения использованного транзистора. На линейных выходах различных звуковоспроизводящих устройств она обычно не превосходит 0,7 В (0,5 Вэфф). А вот снимать сигнал с выхода мощного УМЗЧ, предварительно не ослабив его с помощью резистивного делителя, не рекомендуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. NCP1117/DNCP1117, NCV1117. 1.0 A Low-Dropout Positive Fixed and Adjustable Voltage Regulators. — URL: <https://ru.mouser.com/datasheet/2/308/NCP1117-D-1595886.pdf> (11.10.2019).
2. ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash. — URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf (12.10.2019).
3. LM74610-Q1 Zero IQ Reverse Polarity Protection Smart Diode Controller. — URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm74610-q1.pdf> (12.10.2019).
4. Реализация схемы монтажного "ИЛИ" с помощью контроллера LM74610-Q1. — URL: <https://www.compel.ru/lib/75979> (12.10.2019).
5. ADP122/ADP123 5.5 V Input, 300 mA, Low Quiescent Current, CMOS Linear Regulator. — URL: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP122_123.pdf (12.10.19).

Обратите внимание!

Для правильных ответов код — 3517.