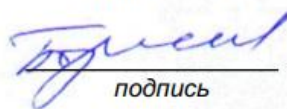


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физики полупроводников и микроэлектроники


подпись

(Бормонтов Е.Н.)
расшифровка подписи

31.08.2024

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

Б1.О.13 Микроконтроллеры и операционные системы
реального времени

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Код и наименование направления подготовки/специальности: **11.04.04**

Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки/специализация: Интегральная электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

физики полупроводников и микроэлектроники

Составители рабочей программы дисциплины, в том числе фонда оценочных средств по учебной дисциплине: Богатилов Евгений Васильевич
кандидат физико-математических наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Учебный год

освоения дисциплины: 2025-2026

Семестр(ы): 3

Освоение данной дисциплины направлено на формирование следующих компетенций

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующей дисциплины
Научное мышление	ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.2 Использует передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности для решения научно-технических задач	Знание: - современных архитектур микроконтроллеров.
			ОПК-1.3 Оценивает эффективность выбранных методов и способов решения задач в профессиональной сфере деятельности	Знание: - критериев выбора оптимальных микроконтроллеров для решения поставленных задач
Владение информационными технологиями	ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.3 Предлагает на основе полученной информации новые идеи и оценивает возможность их реализации при решении инженерных задач в профессиональной сфере деятельности	Владение: - навыками разработки архитектуры встраиваемых систем; - навыками моделирования работы микроконтроллеров средствами САПР Multisim
Компьютерная грамотность	ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инже-	ОПК-4.1 Осуществляет обоснование и выбор прикладного и специализированного программного обеспечения для проведения научных исследований	Знание: - инструментов разработки программного обеспечения для встраиваемых систем (сред разработки, компиляторов, библиотек, ОСРВ). Умение: - обоснованного выбора между разработкой встраиваемых систем с применением библиотек CMSIS, SPL, HAL или ОСРВ FreeRTOS.

		нерных задач	и решения инженерных задач в своей предметной области	
			ОПК-4.2 Применяет современные программные средства (CAD) моделирования, проектирования и приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения конструирования	Владение: - средствами моделирования схем, имеющих в своем составе микроконтроллеры (Multisim, Proteus); - средствами разработки программного обеспечения для микроконтроллеров Keil uVision
			ОПК-4.3 Разрабатывает программно-математическое обеспечение для проведения научных исследований и решения инженерных задач в своей предметной области	Владение: - навыками применения операционной системы реального времени FreeRTOS для разработки встраиваемых систем.

Перечень заданий для оценки уровня освоения дисциплины:

- 1) тестовые задания (выбор правильного(-ых) ответа(-ов) из предложенного перечня; задания на соответствие):

ЗАДАНИЕ 1.1. Выберите правильный вариант ответа:

В чем заключается назначение мьютексов в ОСРВ?

- а) **организация совместного доступа задач к общему ресурсу**
- б) обмен данными между задачами
- в) реализация временных задержек
- г) управление приоритетом выполняемых задач
- д) организация работы со стеком

ЗАДАНИЕ 1.2. Выберите правильный вариант ответа:

Для чего в ОСРВ используется механизм очередей?

- а) **для безопасного обмена данными между задачами**
- б) для задания порядка выполнения задач

- в) для задания длительности выполнения задач
- г) для реализации стека

ЗАДАНИЕ 1.3. Выберите правильный вариант ответа:

В чем заключается назначение планировщика задач в ОСРВ?

- а) распределение рабочего времени ОСРВ между задачами**
- б) инициализация периферии микроконтроллера
- в) оценка эффективности работы задач
- г) реализация графического интерфейса

ЗАДАНИЕ 1.4. Выберите правильный вариант ответа:

В каких случаях получают управление задачи с не самым высоким приоритетом?

- а) только в тех случаях, когда все задачи с более высоким приоритетом переходят в состояние ожидания**
- б) в случайные моменты времени, вероятность наступления которых пропорциональна приоритету задачи
- в) после того как задачи с более высоким приоритетом израсходуют отведенные им кванты времени
- г) только после того как приоритет задачи будет повышен планировщиком задач

ЗАДАНИЕ 1.5. Выберите правильный вариант ответа:

В чем заключается отличие мьютексов от семафоров?

- а) мьютекс захватывает и освобождает одна и та же задача**
- б) мьютекс захватывают и освобождают разные задачи
- в) мьютекс контролируется аппаратно, а семафор программно
- г) семафор имеет двоичный тип, а мьютекс - вещественный

ЗАДАНИЕ 1.6. Выберите правильный вариант ответа:

В чем заключается назначение семафоров?

- а) в синхронизации передачи данных между задачами**
- б) в перезагрузке операционной системы
- в) в назначении приоритета задачам
- г) в информировании задач о времени, оставшемся до их запуска

ЗАДАНИЕ 1.7. Выберите правильный вариант ответа:

Что означает термин «tick» в ОСРВ?

- а) квант времени, отводимого на выполнение задачи**
- б) обратный отсчет времени до перезагрузки операционной системы
- в) тактовая частота микроконтроллера
- г) счетчик запусков задачи

ЗАДАНИЕ 1.8. Выберите правильный вариант ответа:

За что отвечает пакет Heap операционной системы FreeRTOS?

- а) за работу с памятью**
- б) за работу графического интерфейса
- в) за работу с периферией микроконтроллера
- г) за работу с задачами

ЗАДАНИЕ 1.9. Выберите правильный вариант ответа:

При помощи какого файла настраиваются параметры операционной системы FreeRTOS?

- а) FreeRTOSConfig.h**
- б) InitFreeRTOS.h
- в) main.h

г) FreeRTOS.h

ЗАДАНИЕ 1.10. Выберите правильный вариант ответа:

Какая функция используется для приостановки выполнения задачи FreeRTOS на заданный промежуток времени?

а) vTaskDelay

б) Delay

в) vPause

г) vStop

ЗАДАНИЕ 1.11. Выберите правильный вариант ответа:

Для чего используется файл с расширением .HEX?

а) для хранения прошивки микроконтроллера

б) для хранения значений констант программы

в) для хранения заголовочных файлов программы

г) для хранения файлов операционной системы микроконтроллера

ЗАДАНИЕ 1.12. Выберите правильный вариант ответа:

Какая вкладка используется для подключения FreeRTOS при графической настройке периферии в среде STMCubeIDE?

а) Middleware

б) System Core

в) Connectivity

г) Computing

д) Analog

ЗАДАНИЕ 1.13. Выберите правильный вариант ответа:

Файл с каким расширением необходимо выбрать для графической настройки периферии микроконтроллера в среде STMCubeIDE?

а) .ioc

б) .c

в) .h

г) .ini

д) .hex

ЗАДАНИЕ 1.14. Выберите правильный вариант ответа:

Какой параметр не передается в функцию xTaskCreate?

а) продолжительность кванта времени выполнения задачи

б) идентификатор функции, реализующей задачу

в) размер стека задачи

г) произвольная строка-идентификатор для обозначения экземпляра задачи

ЗАДАНИЕ 1.15. Выберите правильный вариант ответа:

Для чего используют переключки BOOT0 и BOOT1 отладочной платы «blue pill» микроконтроллеров серии STM32F103?

а) для переключения между режимами запуска программы микроконтроллера

б) для изменения тактовой частоты микроконтроллера

в) для изменения напряжения питания

г) для выбора версии ОСРВ при загрузке микроконтроллера

д) для перехода в режим отладки при включении микроконтроллера

ЗАДАНИЕ 1.16. Выберите правильный вариант ответа:

Где должен располагаться пользовательский код в STM32CubeIDE?

а) между открывающим и закрывающим комментариями блока пользовательского кода

б) внутри функции с именем user_code()

в) внутри файла с именем user_code.c

г) в любом месте программы, соответствующем синтаксису языка Си++

д) внутри графического объекта с именем Function

ЗАДАНИЕ 1.17. Выберите правильный вариант ответа:

Файл с каким расширением может быть использован для загрузки прошивки микроконтроллера программой Flash Loader Demonstrator?

а) .bin

б) .elf

в) .cpp

г) .h

д) .ioc

ЗАДАНИЕ 1.18. Выберите правильный вариант ответа:

Для каких целей используется вывод отладки SWO?

а) для вывода текстовых отладочных сообщений

б) для сбора статистики времени выполнения задач ОСРВ

в) для пошагового выполнения программы

г) для синхронизации при передаче отладочной информации

ЗАДАНИЕ 1.19. Выберите правильный вариант ответа:

Файл прошивки с каким расширением может быть использован при создании конфигурации отладки (Debug Configurations) в STM32CubeIDE?

а) .elf

б) .bin

в) .cpp

г) .h

д) .ioc

ЗАДАНИЕ 1.20. Выберите правильный вариант ответа:

Какая функция перенаправляет текстовый вывод в порт стимулов с индексом 0 в STM32CubeIDE?

а) ITM_SendChar()

б) ITM_Port()

в) printf()

г) putc()

д) MX_GPIO_Init()

ЗАДАНИЕ 1.21. Выберите правильный вариант ответа:

Какую функцию следует использовать для формирования задержек при использовании CMSIS-RTOS v1?

а) osDelay()

б) HAL_Delay()

в) Delay()

г) SPL_Delay()

2) задания с коротким ответом (ответ на задание состоит из числа, слова или словосочетания):

ЗАДАНИЕ 2.1. В результате переключения однобайтного регистра с помощью битовой маски 01100111 было получено значение регистра 10101001. Какое значение содержал регистр до переключения? В случае, если исходное значение бита неизвестно, нужно указать большую английскую букву X.

Ответ: 11001110

ЗАДАНИЕ 2.2. В результате выполнения операции сдвига однобайтного регистра на 2 позиции влево было получено значение 01100100. Какое значение содержал регистр до сдвига? В случае, если исходное значение бита неизвестно, нужно указать большую английскую букву X.

Ответ: XX011001

ЗАДАНИЕ 2.3. В однобайтном регистре содержится значение 01001100. На какое значение изменится значение в регистре после использования сброса битов с битовой маской 11011000. В случае, если значение бита результата неизвестно, нужно указать большую английскую букву X.

Ответ: 01001000

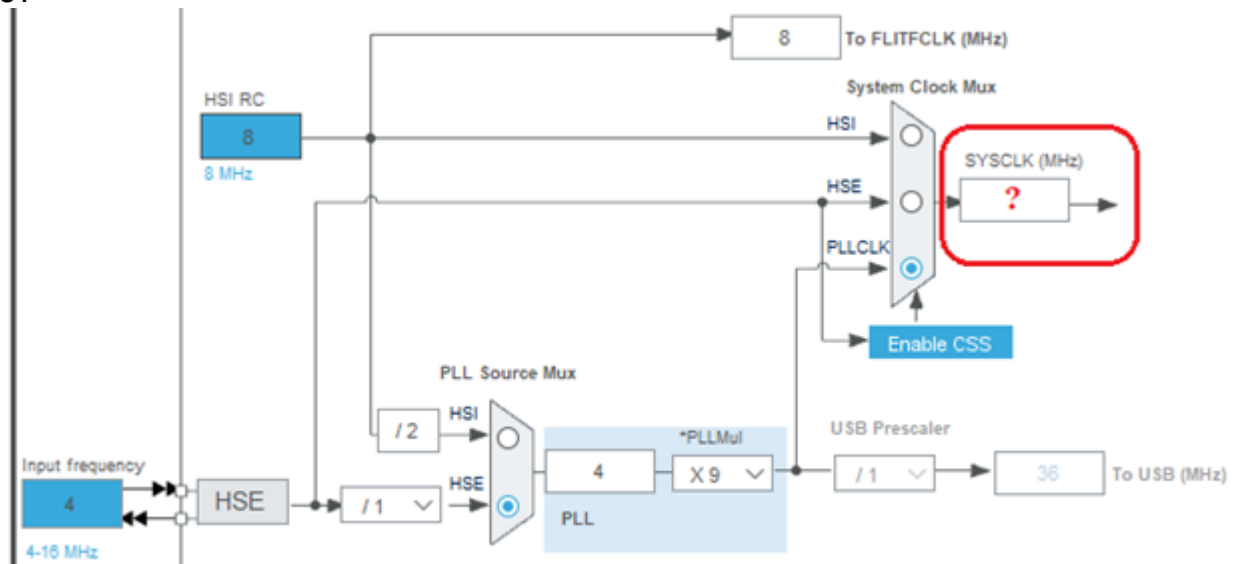
ЗАДАНИЕ 2.4. Напишите битовую маску для установки битов с номерами 3 и 7 в однобайтном регистре. В случае, если значение бита маски не имеет значения, нужно указать большую английскую букву X.

Ответ: 10001000

ЗАДАНИЕ 2.5. Напишите битовую маску для сброса старшего бита в однобайтном регистре. В случае, если значение бита маски не имеет значения, нужно указать большую английскую букву X

Ответ: 01111111

ЗАДАНИЕ 2.6. Какая тактовая частота SYSCLK установлена на следующем рисунке?



Ответ: 36 МГц

ЗАДАНИЕ 2.7. Чему равна минимально возможная длительность системного кванта времени в CMSIS-RTOS v1?

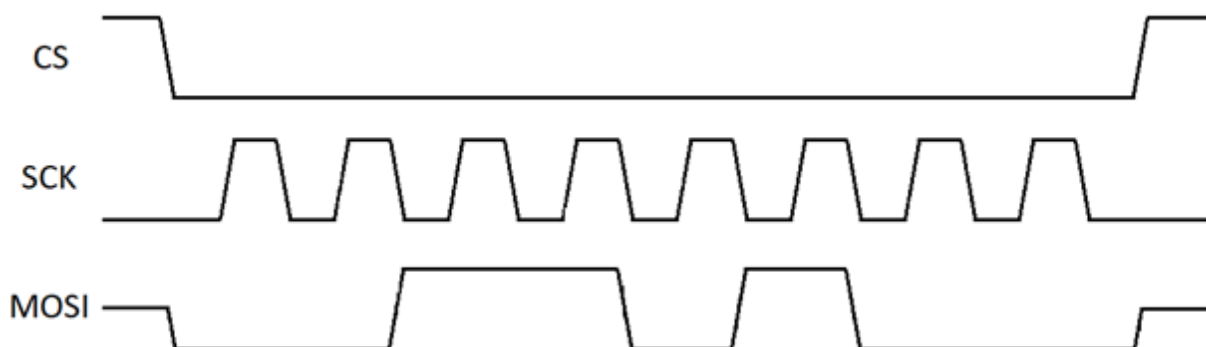
Ответ: 1 мс

ЗАДАНИЕ 2.8. Чему равна максимально возможная длительность системного кванта времени в CMSIS-RTOS v1?

Ответ: 1 с

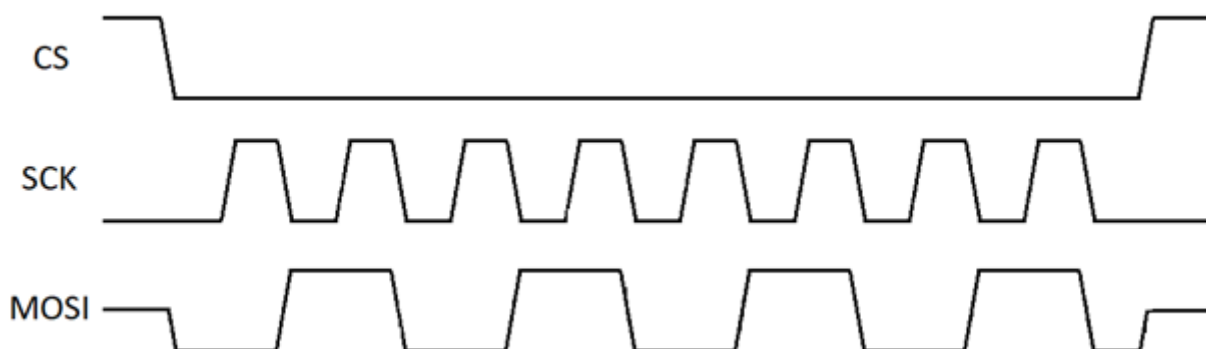
3) расчетные, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы (ответ содержит решение поставленной задачи):

ЗАДАНИЕ 3.1. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ указать в десятичном формате)



Ответ: при передаче данных будет принято двоичное число 00110100_2 . Так как бит, отвечающий за порядок передачи данных, равен 0, то было передано число 110100_2 . При переводе в десятичную систему счисления получаем 52_{10} .

ЗАДАНИЕ 3.2. Передача данных по интерфейсу SPI в режиме Mode0 от ведущего к ведомому имеет следующую спецификацию: первый принимаемый бит игнорируется, второй бит означает порядок передаваемых данных (0 - первым передается старший бит числа, 1 - первым передается младший бит числа), следующие биты - передаваемое число. Передаче какого числа соответствует приведенная временная диаграмма? (ответ записать в десятичном формате)

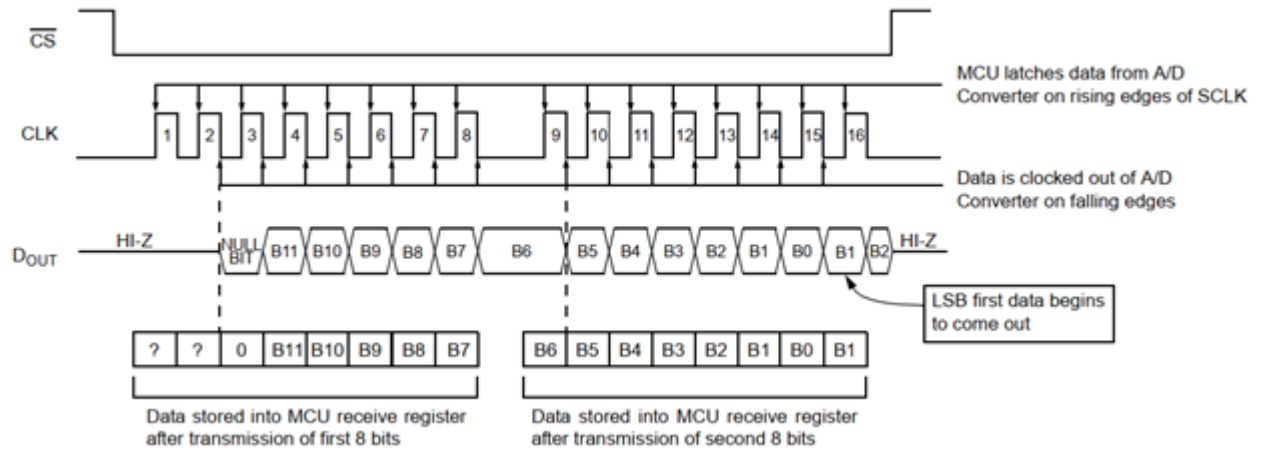


Ответ: 42

Ответ: при передаче данных будет принято двоичное число 01010101_2 . Так как бит, отвечающий за порядок передачи данных, равен 1, то было передано число 101010_2 . При переводе в десятичную систему счисления получаем 42_{10} .

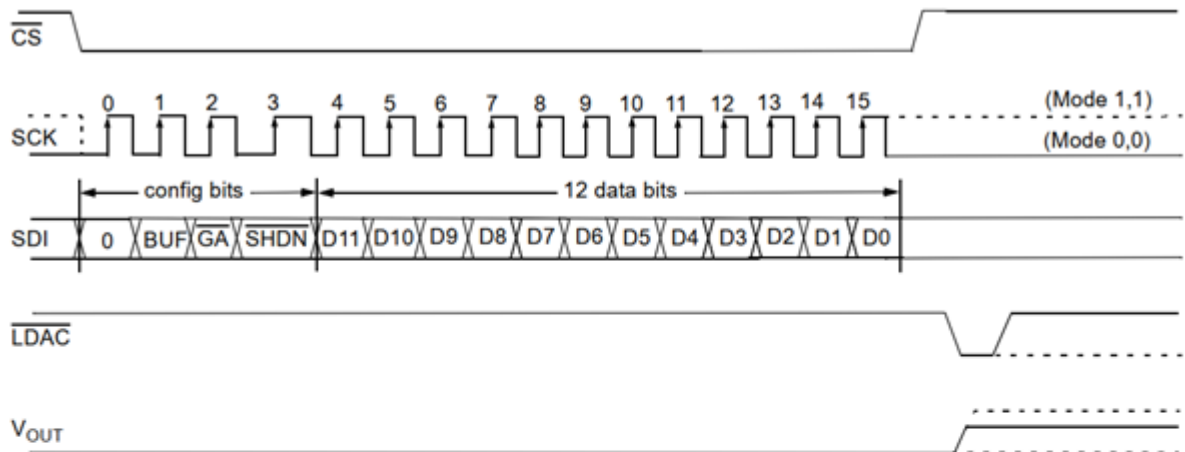
ЗАДАНИЕ 3.3. Протокол передачи данных по интерфейсу SPI для АЦП с разрядностью 12 бит имеет вид, приведенный на рисунке ниже. Код АЦП ADC_code со-

относится с измеряемым напряжением V_{in} по формуле $ADC_code = 4096 \cdot V_{in} / V_{ref}$. Чему равно напряжение, измеренное АЦП, если было принято двоичное число $1100'1000'0000'0010_2$, а опорное напряжение V_{ref} равно 5.0 В (ответ указать в вольтах, с точностью 0.01В)?



Ответ: Согласно протоколу передачи данных, для получения кода АЦП необходимо отбросить три старших и один младший бит: $0100'0000'0001_2 = 1025_{10}$. Согласно приведенной формуле, связывающей коды АЦП с измеренным напряжением, получаем: $V_{in} = ADC_code \cdot V_{ref} / 4096 = 1025 \cdot 5.0 / 4096 = 1.25$

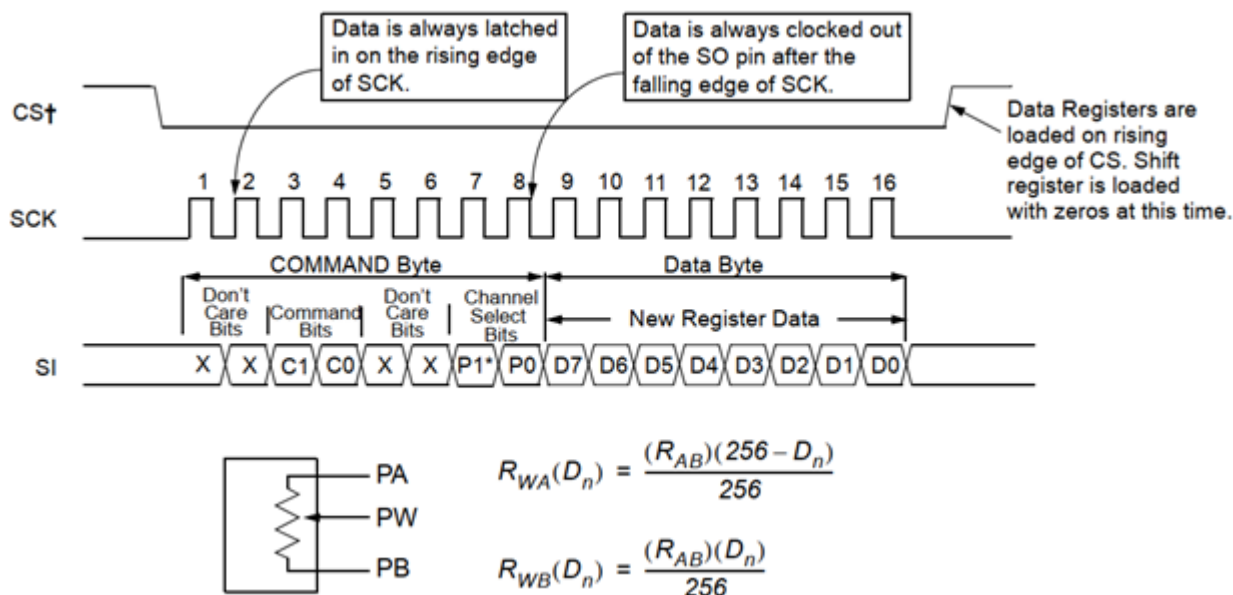
ЗАДАНИЕ 3.4. Протокол передачи данных по интерфейсу SPI для ЦАП с разрядностью 12 бит имеет вид, приведенный на рисунке ниже. Какой код надо передать по линии SDI для вывода напряжения, равного V_{REF} (коэффициент усиления равен 1, используется режим без входного буфера для V_{REF})? Ответ записать в виде десятичного числа.



- bit 15 0 = Write to DAC register
1 = Ignore this command
- bit 14 **BUF**: V_{REF} Input Buffer Control bit
1 = Buffered
0 = Unbuffered
- bit 13 **GA**: Output Gain Selection bit
1 = 1x ($V_{OUT} = V_{REF} \cdot D / 4096$)
0 = 2x ($V_{OUT} = 2 \cdot V_{REF} \cdot D / 4096$)
- bit 12 **SHDN**: Output Shutdown Control bit
1 = Active mode operation. V_{OUT} is available.
0 = Shutdown the device. Analog output is not available. V_{OUT} pin is connected to 500 k Ω (typical).
- bit 11-0 **D11:D0**: DAC Input Data bits. Bit x is ignored.

Ответ: Согласно приведенному протоколу необходимо использовать следующие значения командных битов: BUF = 0, GA = 1, SHDN = 1. Тогда в двоичном виде передаваемое число равно: 0011'1111'1111'1111₂, так как напряжению VREF соответствует максимальное 12-битное число. Переводим в десятичный вид и получаем 16383₁₀.

ЗАДАНИЕ 3.5. Протокол передачи данных по интерфейсу SPI для цифрового потенциометра имеет вид, приведенный на рисунке ниже. Какое сопротивление R_{WA} будет установлено между выводами PA и PW цифрового потенциометра после передачи ему команды 1101'1101'1000'0000₂, если полное сопротивление R_{AB} между выводами PA и PB равно 10 кОм? Ответ привести в кОм, с точностью 0.1 кОм.



Ответ: Согласно приведенному протоколу код, определяющий сопротивление, передан в последних 8 битах, т.е. равен 1000'0000₂ = 128₁₀. Согласно приведенной формуле вычисления сопротивления получаем: R_{WA} = 10 кОм * (256-128)/256 = 5 кОм

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) задания с коротким ответом:

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

- 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;

- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).