

Frage 1

Kurzfragen Microcontroller Basics

Verl

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen:

Die Anzahl der Datenleitungen bestimmt die Grösse des adressierbaren Speichers.

Für Zugriffe auf langsame Peripherien kann die CPU sogenannte 'Wait-States' einfügen.

Eine Deklaration als "volatile" in C teilt dem Compiler mit, dass eine Variable möglicherweise extern geändert wird.

Der Systembus besteht aus den zwei Bestandteilen Datenbus und Kontrollsignale.

Auf einem Systembus besitzt jeder Slave eine eigene Select-Leitung.

Auf Adressleitungen eines Systembusses mit einem Master und mehreren Slaves wird unidirektional kommuniziert.

Ein Register kann gleichzeitig Control- und Status-Bits enthalten.

Es ist technisch nicht möglich, dass ein Register sowohl Control- als auch Status-Bits enthält.

Die Anzahl der Adressleitungen bestimmt die Grösse des Adressraums.

Eine CPU kann langsame Peripherien ansprechen, indem die Busfrequenz gesenkt wird.

Die CPU kann Slaves am Systembus mittels Status-Bits konfigurieren.

Frage 1 Lösung

Kurzfragen Microcontroller Basics

Verbleibende Zeit 0:07:04

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen:

Die Anzahl der Datenleitungen bestimmt die Grösse des adressierbaren Speichers.

Falsch

Für Zugriffe auf langsame Peripherien kann die CPU sogenannte 'Wait-States' einfügen.

Wahr

Eine Deklaration als "volatile" in C teilt dem Compiler mit, dass eine Variable möglicherweise extern geändert wird.

Wahr

Der Systembus besteht aus den zwei Bestandteilen Datenbus und Kontrollsignale.

Falsch

Auf einem Systembus besitzt jeder Slave eine eigene Select-Leitung.

Falsch

Auf Adressleitungen eines Systembusses mit einem Master und mehreren Slaves wird unidirektional kommuniziert.

Wahr

Ein Register kann gleichzeitig Control- und Status-Bits enthalten.

Wahr

Es ist technisch nicht möglich, dass ein Register sowohl Control- als auch Status-Bits enthält.

Falsch

Die Anzahl der Adressleitungen bestimmt die Grösse des Adressraums.

Wahr

Eine CPU kann langsame Peripherien ansprechen, indem die Busfrequenz gesenkt wird.

Wahr

Die CPU kann Slaves am Systembus mittels Status-Bits konfigurieren.

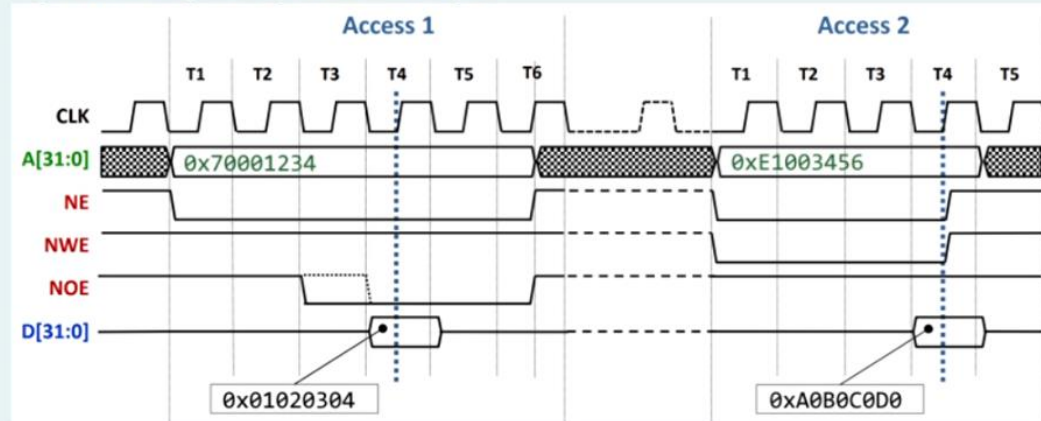
Falsch

Frage 2

Buszugriff

Verbleibende Zeit 0:07:02

Gegeben ist das folgende Diagramm eines Buszugriffs:



Tragen Sie alle Bytes des **Read-Zugriffs** in die untenstehende Tabelle ein. Geben Sie für jedes Byte die Adresse und den gelesenen Wert an; der Prozessor ist **little endian**.

Verwenden Sie für Adressen die folgende Form: 0x..... (achtstellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Verwenden Sie für Daten die folgende Form: 0x.. (zweistellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

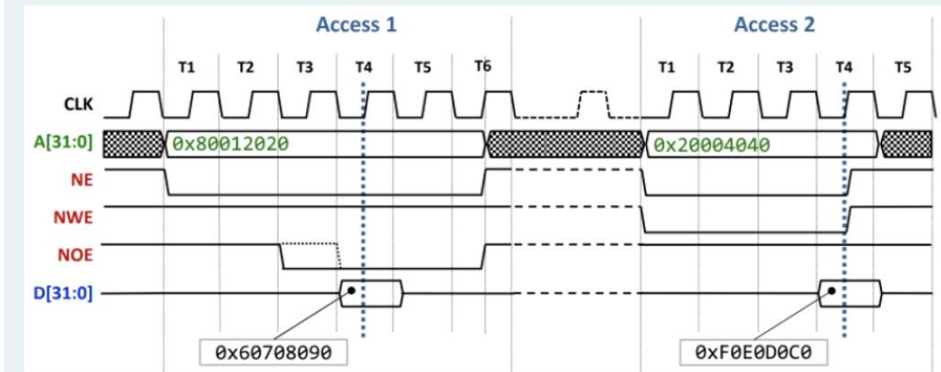
Adresse (aufsteigend) Daten-Byte

<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Buszugriff

Verbleibende Zeit 0:01:06

Gegeben ist das folgende Diagramm eines Buszugriffs:



Tragen Sie alle Bytes des **Read-Zugriffs** in die untenstehende Tabelle ein. Geben Sie für jedes Byte die Adresse und den gelesenen Wert an; der Prozessor ist **little endian**.

Verwenden Sie für Adressen die folgende Form: 0x..... (achtstellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Verwenden Sie für Daten die folgende Form: 0x.. (zweistellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Adresse (aufsteigend) Daten-Byte

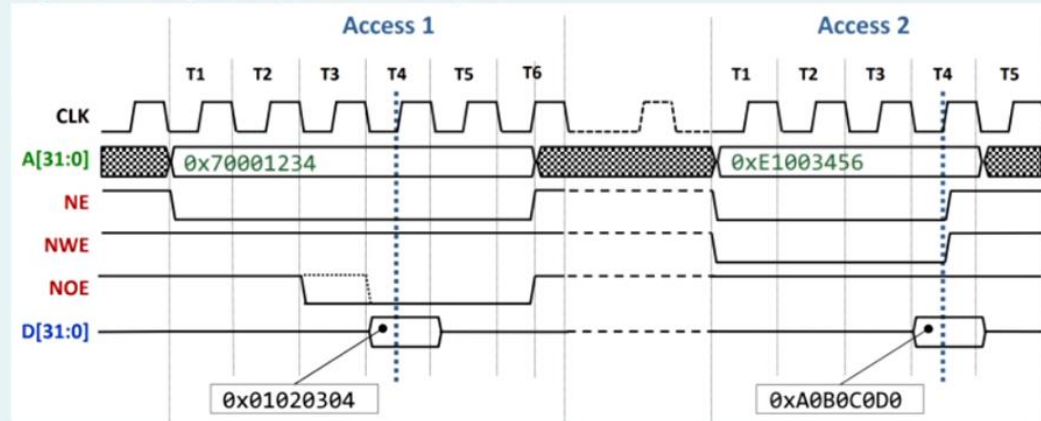
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Frage 2 Lösung

Buszugriff

Verbleibende Zeit 0:07:02

Gegeben ist das folgende Diagramm eines Buszugriffs:



Tragen Sie alle Bytes des **Read-Zugriffs** in die untenstehende Tabelle ein. Geben Sie für jedes Byte die Adresse und den gelesenen Wert an; der Prozessor ist **little endian**.

Verwenden Sie für Adressen die folgende Form: 0x..... (achtstellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Verwenden Sie für Daten die folgende Form: 0x.. (zweistellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Adresse (aufsteigend) Daten-Byte

0x70001234

0x04

0x70001235

0x03

0x70001236

0x02

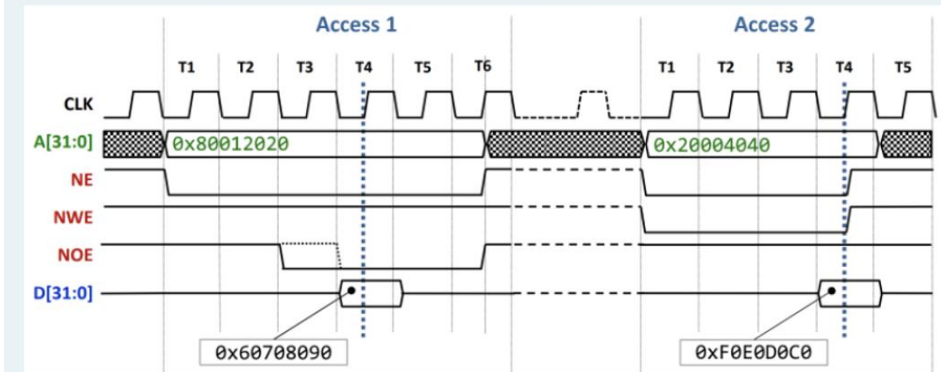
0x70001237

0x01

Buszugriff

Verbleibende Zeit 0:01:06

Gegeben ist das folgende Diagramm eines Buszugriffs:



Tragen Sie alle Bytes des **Read-Zugriffs** in die untenstehende Tabelle ein. Geben Sie für jedes Byte die Adresse und den gelesenen Wert an; der Prozessor ist **little endian**.

Verwenden Sie für Adressen die folgende Form: 0x..... (achtstellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Verwenden Sie für Daten die folgende Form: 0x.. (zweistellige Hexzahl, Zeichen 0 bis F)

Adresse (aufsteigend) Daten-Byte

0x80012020

0x90

0x80012021

0x80

0x80012022

0x70

0x80012023

0x60

Frage 3

Partielle Dekodierung

Gegeben ist ein System mit einem **8bit-Adressbus**. Sie untersuchen eine Peripherie und stellen fest, dass sie genau auf den Adressen **0x98**, **0xBC**, **0x9C** und **0xB8** selektiert ist; offensichtlich ein Fall von partieller Adressdekodierung.

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

Wieviele der 8 Adressleitungen werden nicht dekodiert bzw. ignoriert?

Geben Sie die Nummern der ignorierten Adressleitung(en) an!

Wenn es mehrere Leitungen sind, geben Sie die Nummern aufsteigend, getrennt durch Leerschläge an, z.B. 0 1 2 3 4; Leitung 0 ist wie üblich das LSB.

Partielle Dekodierung

Gegeben ist ein System mit einem **8bit-Adressbus**. Sie untersuchen eine Peripherie und stellen fest, dass sie genau auf den Adressen **0x61**, **0xE9**, **0x69** und **0xE1** selektiert ist; offensichtlich ein Fall von partieller Adressdekodierung.

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

Wieviele der 8 Adressleitungen werden nicht dekodiert bzw. ignoriert?

Geben Sie die Nummern der ignorierten Adressleitung(en) an!

Wenn es mehrere Leitungen sind, geben Sie die Nummern aufsteigend, getrennt durch Leerschläge an, z.B. 0 1 2 3 4; Leitung 0 ist wie üblich das LSB.

Frage 3 Lösung

Partielle Dekodierung

Gegeben ist ein System mit einem **8bit-Adressbus**. Sie untersuchen eine Peripherie und stellen fest, dass sie genau auf den Adressen **0x98**, **0xBC**, **0x9C** und **0xB8** selektiert ist; offensichtlich ein Fall von partieller Adressdekodierung.

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

Wieviele der 8 Adressleitungen werden nicht dekodiert bzw. ignoriert?

Geben Sie die Nummern der ignorierten Adressleitung(en) an!

Wenn es mehrere Leitungen sind, geben Sie die Nummern aufsteigend, getrennt durch Leerschläge an, z.B. 0 1 2 3 4; Leitung 0 ist wie üblich das LSB.

Partielle Dekodierung

Gegeben ist ein System mit einem **8bit-Adressbus**. Sie untersuchen eine Peripherie und stellen fest, dass sie genau auf den Adressen **0x61**, **0xE9**, **0x69** und **0xE1** selektiert ist; offensichtlich ein Fall von partieller Adressdekodierung.

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen:

Wieviele der 8 Adressleitungen werden nicht dekodiert bzw. ignoriert?

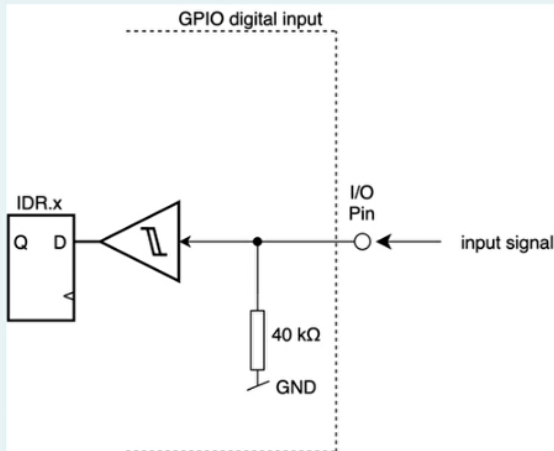
Geben Sie die Nummern der ignorierten Adressleitung(en) an!

Wenn es mehrere Leitungen sind, geben Sie die Nummern aufsteigend, getrennt durch Leerschläge an, z.B. 0 1 2 3 4; Leitung 0 ist wie üblich das LSB.

Frage 4

GPIO

Ein GPIO-Pin ist als digitaler Input konfiguriert wie in der folgenden Grafik gezeigt:



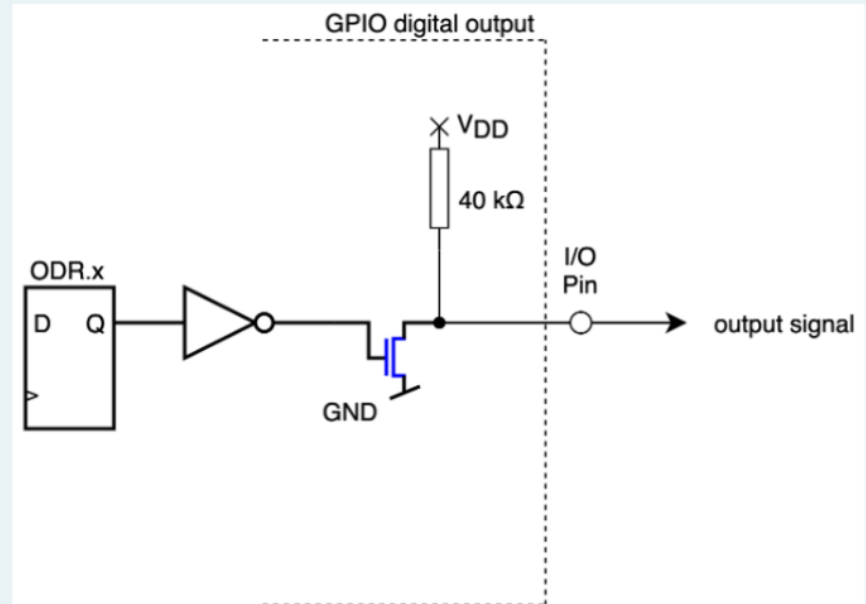
Tragen Sie in der folgenden Tabelle zu den Input-Signalen (input signal) die Werte ein, die im IDR.x Flipflop erfasst werden.

Input-Signal	IDR.x
High	<input type="text"/>
Floating (Z)	<input type="text"/>
Low	<input type="text"/>

Verbleibende Zeit 0:01

GPIO

Ein GPIO-Pin ist als digitaler Output konfiguriert wie in der folgenden Grafik gezeigt:



Tragen Sie in der folgenden Tabelle zu den ODR.x-Werten die jeweiligen Output-Signale (output signal) ein.

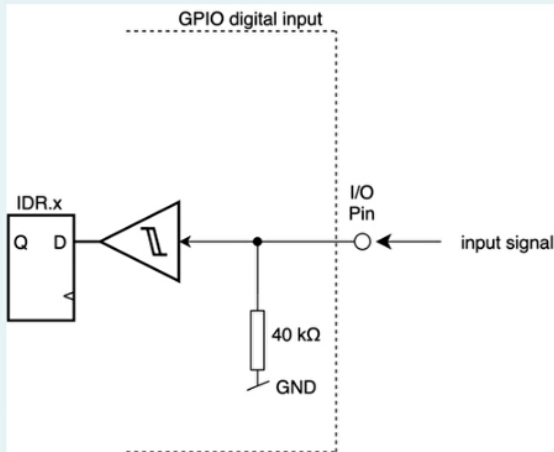
ODR.x	Output-Signal
0	<input type="text"/>
1	<input type="text"/>

Wie heisst diese Treiberstufe?

Frage 4 Lösung

GPIO

Ein GPIO-Pin ist als digitaler Input konfiguriert wie in der folgenden Grafik gezeigt:



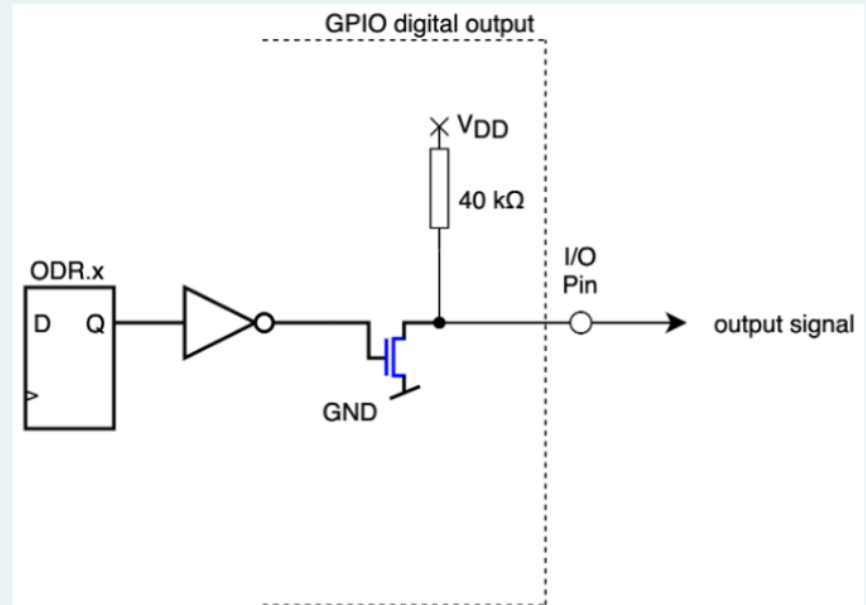
Tragen Sie in der folgenden Tabelle zu den Input-Signalen (input signal) die Werte ein, die im IDR.x Flipflop erfasst werden.

Input-Signal	IDR.x
High	<input type="text" value="1"/>
Floating (Z)	<input type="text" value="0"/>
Low	<input type="text" value="0"/>

Verbleibende Zeit 0:01

GPIO

Ein GPIO-Pin ist als digitaler Output konfiguriert wie in der folgenden Grafik gezeigt:



Tragen Sie in der folgenden Tabelle zu den ODR.x-Werten die jeweiligen Output-Signale (output signal) ein.

ODR.x	Output-Signal
0	<input type="text" value="Low"/>
1	<input type="text" value="High"/>

Wie heisst diese Treiberstufe?

Frage 5

GPIO

Verbleibende Zeit 0:06:

Sie sollen einen GPIO-Port des STM32F429 konfigurieren. Die notwendigen Informationen finden Sie in den Folien zu GPIO oder im Reference Manual.

Konfigurieren Sie **GPIO Port F.14** als **high speed digitalen Output** mit **push-pull ohne pull-Widerstand**.

Geben Sie die Basisadresse der Control- und Statusregister des GPIO Ports F in Hexadezimal-Schreibweise an (0x...):

Geben Sie in der folgenden Tabelle die Offsets der Kontrollregister an, sowie die zu setzenden Bitmuster und um wie viele Stellen die Bitmuster geschoben werden müssen.

Formatvorgabe: Für die zu setzenden Bits wählen Sie aus dem Auswahlmenu die richtige Maske aus. Für die Shifts geben Sie die Anzahl Stellen an.

Register	Offset	Bits: Bitmaske in binär	Shift um:
Beispiel:	0x1F	01	7
MODER	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<< <input type="text"/>
OTYPER	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<< <input type="text"/>
PUPDR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<< <input type="text"/>
OSPEEDR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<< <input type="text"/>

Frage 5 Lösung

GPIO

Verbleibende Zeit 0:06:

Sie sollen einen GPIO-Port des STM32F429 konfigurieren. Die notwendigen Informationen finden Sie in den Folien zu GPIO oder im Reference Manual.

Konfigurieren Sie **GPIO Port F.14** als **high speed digitalen Output** mit **push-pull ohne pull-Widerstand**.

Geben Sie die Basisadresse der Control- und Statusregister des GPIO Ports F in Hexadezimal-Schreibweise an (0x...):

0x40021400

Geben Sie in der folgenden Tabelle die Offsets der Kontrollregister an, sowie die zu setzenden Bitmuster und um wie viele Stellen die Bitmuster geschoben werden müssen.

Formatvorgabe: Für die zu setzenden Bits wählen Sie aus dem Auswahlmenu die richtige Maske aus. Für die Shifts geben Sie die Anzahl Stellen an.

Register	Offset	Bits: Bitmaske in binär	Shift um:
Beispiel:	0x1F	01	7
MODER	0x00	01 ↕	<< 28
OTYPER	0x04	0 ↕	<< 14
PUPDR	0x0C	00 ↕	<< 28
OSPEEDR	0x08	10 ↕	<< 28

Frage 6

Control Register Zugriff

Gegeben ist ein **8-bit** breites 'Control Register' an der Adresse 0x4F00'C000.

Schreiben Sie ein Codefragment in C, welches dieses 'Control Register' fortlaufend ausliest, bis Bit 4 den Wert '1' hat.

Control Register Zugriff

Gegeben ist ein **16-bit** breites 'Control Register' an der Adresse 0x6300'8000.

Schreiben Sie ein Codefragment in C, welches dieses 'Control Register' fortlaufend ausliest, bis Bit 5 den Wert '1' hat.

Frage 6 Lösung

Control Register Zugriff

Gegeben ist ein **8-bit** breites 'Control Register' an der Adresse 0x4F00'C000.

Schreiben Sie ein Codefragment in C, welches dieses 'Control Register' fortlaufend ausliest, bis Bit 4 den Wert '1' hat.

```
#define CONTROL_REG (*((volatile uint8_t*) (0x4F00C000)))
#define BITMASK (1 << 4)

while ((CONTROL_REG & BITMASK) == 0) {
    // wait
}
```

Control Register Zugriff

Gegeben ist ein **16-bit** breites 'Control Register' an der Adresse 0x6300'8000.

Schreiben Sie ein Codefragment in C, welches dieses 'Control Register' fortlaufend ausliest, bis Bit 5 den Wert '1' hat.

```
#include <stdint.h>

#define CONTROL_REG_ADDRESS 0x63008000
#define CONTROL_REG (*((volatile uint16_t*) CONTROL_REG_ADDRESS))

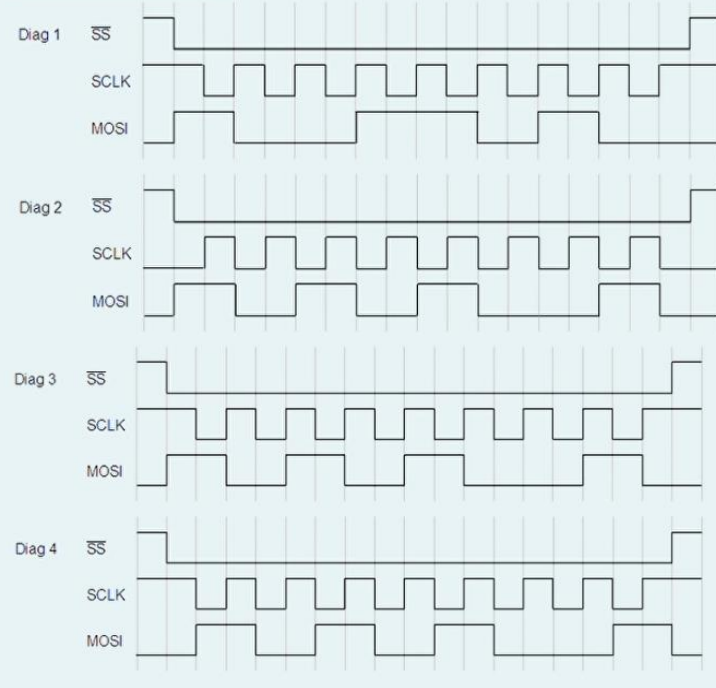
while ((CONTROL_REG & (1 << 5)) == 0) {
    // bis Bit 5 den Wert 1
}
}
```

Frage 7

SPI Timing Diagramm

Eine SPI Schnittstelle ist wie folgt konfiguriert: CPOL=1, CPHA=0, MSB first.

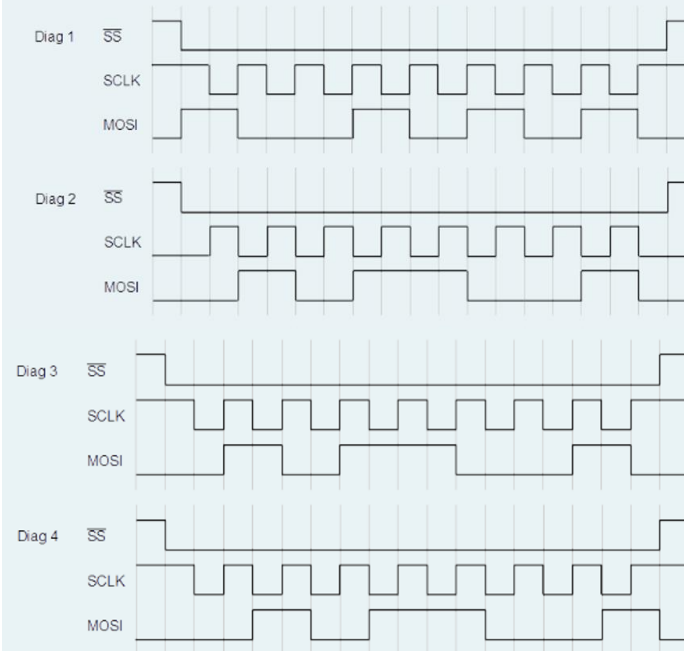
Der Master sendet das Byte 0x95. Bildet eines der untenstehenden Diagramme den Verlauf korrekt ab, und wenn ja, welches?



SPI Timing Diagramm

Eine SPI Schnittstelle ist wie folgt konfiguriert: CPOL=1, CPHA=0, MSB first.

Der Master sendet das Byte 0x59. Bildet eines der untenstehenden Diagramme den Verlauf korrekt ab, und wenn ja, welches?



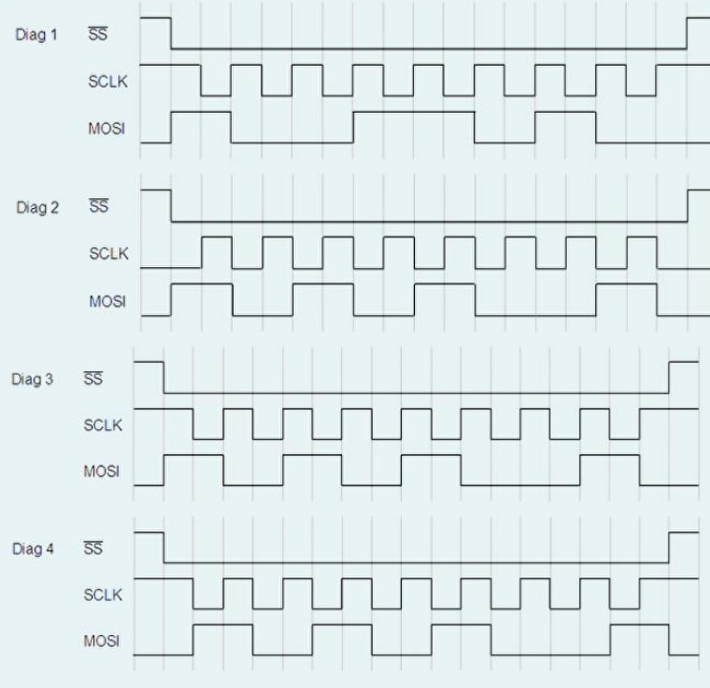
Frage 7 Lösung

SPI Timing Diagramm

Eine SPI Schnittstelle ist wie folgt konfiguriert: CPOL=1, CPHA=0, MSB first.

Der Master sendet das Byte 0x95. Bildet eines der untenstehenden Diagramme den Verlauf korrekt ab, und wenn ja, welches?

kein Diagramm korrekt ↕

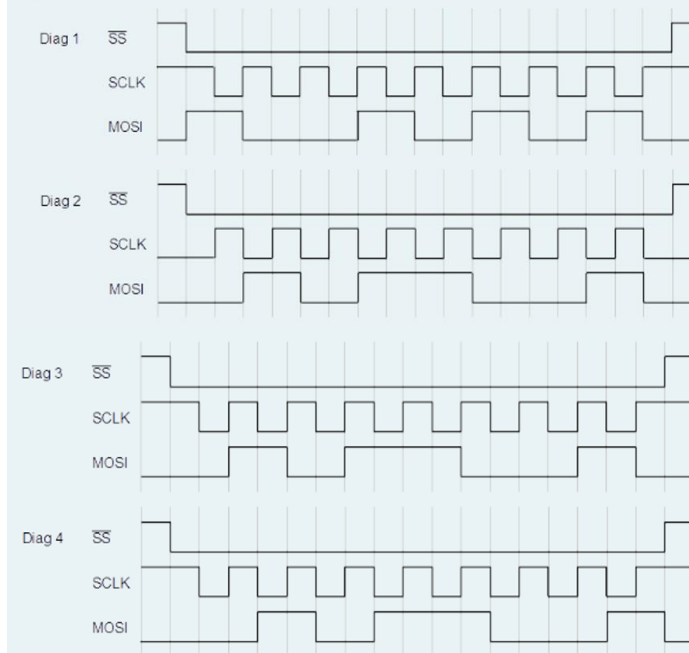


SPI Timing Diagramm

Eine SPI Schnittstelle ist wie folgt konfiguriert: CPOL=1, CPHA=0, MSB first.

Der Master sendet das Byte 0x59. Bildet eines der untenstehenden Diagramme den Verlauf korrekt ab, und wenn ja, welches?

Diag 3



Frage 8

I2C Adressierung

Der Master sendet zur Initialisierung der Kommunikation mit einem Slave folgende 8 Bit: 1110'0110 (MSB first). Interpretieren Sie diese:

Slave-Adresse

Read/Write

I2C Adressierung

Der Master sendet zur Initialisierung der Kommunikation mit einem Slave folgende 8 Bit: 1010'0011 (MSB first). Interpretieren Sie diese:

Slave-Adresse

Read/Write

Frage 8 Lösung

I2C Adressierung

Der Master sendet zur Initialisierung der Kommunikation mit einem Slave folgende 8 Bit: 1110'0110 (MSB first). Interpretieren Sie diese:

Slave-Adresse

Read/Write

I2C Adressierung

Der Master sendet zur Initialisierung der Kommunikation mit einem Slave folgende 8 Bit: 1010'0011 (MSB first). Interpretieren Sie diese:

Slave-Adresse

Read/Write

Frage 9

I2C Start

Der Master signalisiert den **Start** einer I2C-Kommunikation durch folgende Bedingung: Flanke auf
während ist.

Frage 9 Lösung

I2C Start

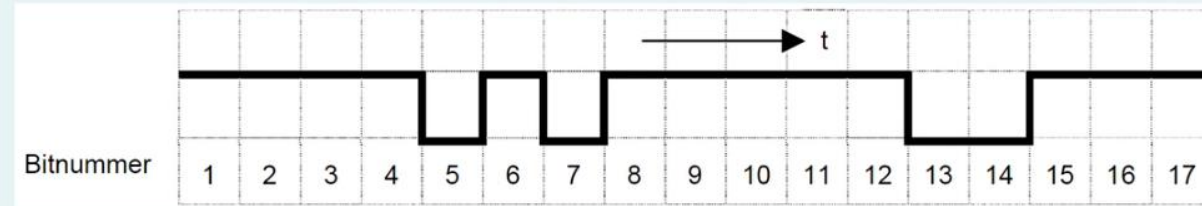
Der Master signalisiert den **Start** einer I2C-Kommunikation durch folgende Bedingung: während ist. Flanke auf .

Frage 10

UART Zeitverlauf

Verbleibende Zeit 0:06:32

Auf einer seriellen Datenleitung (UART) messen Sie den folgenden zeitlichen Verlauf. Die Übertragung verwendet ein Startbit, ein Stoppbit, 8 Datenbits mit Parity-bit bei 38'400 baud. Es wird Even Parity verwendet.



a) Welche Bitnummer hat das Paritybit?

b) Welcher Datenwert (Hex) wird übertragen?

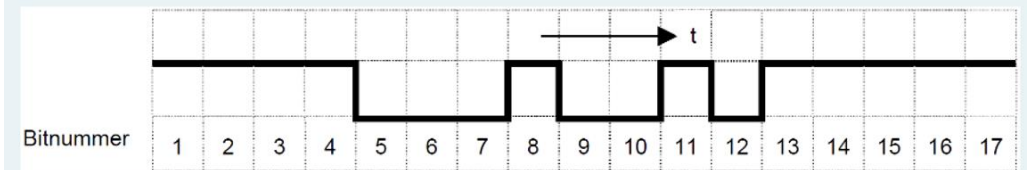
0x

c) Wie viele Daten-Bytes (ohne Overhead) kann man pro Sekunde maximal übertragen? (abgerundet)

 Bytes

UART Zeitverlauf

Auf einer seriellen Datenleitung (UART) messen Sie den folgenden zeitlichen Verlauf. Die Übertragung verwendet ein Startbit, ein Stoppbit, 8 Datenbits mit Parity-bit bei 9'600 baud. Es wird Even Parity verwendet.



a) Welche Bitnummer hat das Stoppbit?

b) Welcher Datenwert (Hex) wird übertragen?

0x

c) Wie viele Daten-Bytes (ohne Overhead) kann man pro Sekunde maximal übertragen? (abgerundet)

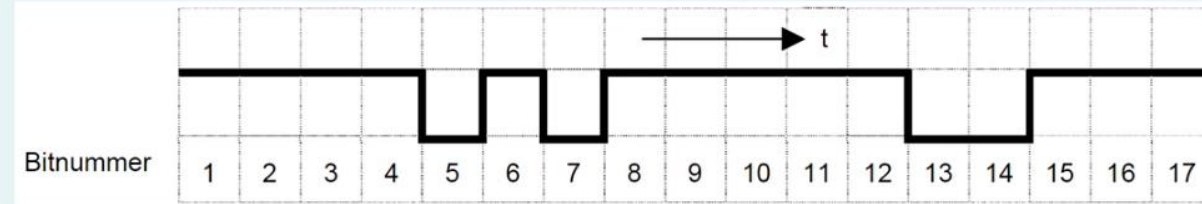
 Bytes

Frage 10 Lösungen

UART Zeitverlauf

Verbleibende Zeit 0:06:32

Auf einer seriellen Datenleitung (UART) messen Sie den folgenden zeitlichen Verlauf. Die Übertragung verwendet ein Startbit, ein Stoppbit, 8 Datenbits mit Parity-bit bei 38'400 baud. Es wird Even Parity verwendet.



a) Welche Bitnummer hat das Paritybit?

14

b) Welcher Datenwert (Hex) wird übertragen?

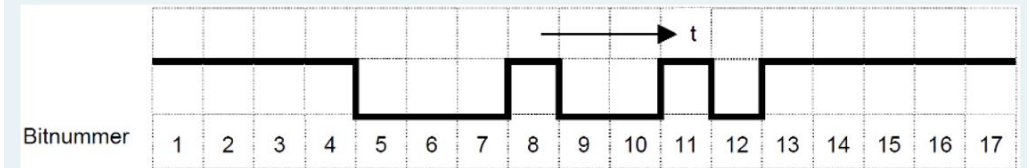
0x 7D

c) Wie viele Daten-Bytes (ohne Overhead) kann man pro Sekunde maximal übertragen? (abgerundet)

3490 Bytes

UART Zeitverlauf

Auf einer seriellen Datenleitung (UART) messen Sie den folgenden zeitlichen Verlauf. Die Übertragung verwendet ein Startbit, ein Stoppbit, 8 Datenbits mit Parity-bit bei 9'600 baud. Es wird Even Parity verwendet.



a) Welche Bitnummer hat das Stoppbit?

15

b) Welcher Datenwert (Hex) wird übertragen?

0x A4

c) Wie viele Daten-Bytes (ohne Overhead) kann man pro Sekunde maximal übertragen? (abgerundet)

872 Bytes

Frage 11

UART Overhead

Eine UART-Schnittstelle sei wie folgt konfiguriert:

Data-Bits: 8

Stop-Bits: 1

Parity: even

Baudrate: 9600

Berechnen Sie den Synchronisations-Overhead im Verhältnis zu den Nutzdaten in % (auf eine ganze Zahl abgerundet):

Berechnen Sie die Byte-Rate [Bytes/s] (auf eine ganze Zahl abgerundet)

UART Overhead

Eine UART-Schnittstelle sei wie folgt konfiguriert:

Data-Bits: 8

Stop-Bits: 2

Parity: odd

Baudrate: 14400

Berechnen Sie den Synchronisations-Overhead im Verhältnis zu den Nutzdaten in % (auf eine ganze Zahl abgerundet):

Berechnen Sie die Byte-Rate [Bytes/s] (auf eine ganze Zahl abgerundet)

Frage 11 Lösung

UART Overhead

Eine UART-Schnittstelle sei wie folgt konfiguriert:

Data-Bits: 8

Stop-Bits: 1

Parity: even

Baudrate: 9600

Berechnen Sie den Synchronisations-Overhead im Verhältnis zu den Nutzdaten in % (auf eine ganze Zahl abgerundet):

37

Berechnen Sie die Byte-Rate [Bytes/s] (auf eine ganze Zahl abgerundet)

872

$1+8+1+1 = 11$ Bits/Paket

$9600 / 11 = 872.72$ Paket/s = 872.72 Byte/s

3 Bit Synchronisation

8 Bit Daten

$3/8 = 37\%$

UART Overhead

Eine UART-Schnittstelle sei wie folgt konfiguriert:

Data-Bits: 8

Stop-Bits: 2

Parity: odd

Baudrate: 14400

Berechnen Sie den Synchronisations-Overhead im Verhältnis zu den Nutzdaten in % (auf eine ganze Zahl abgerundet):

50

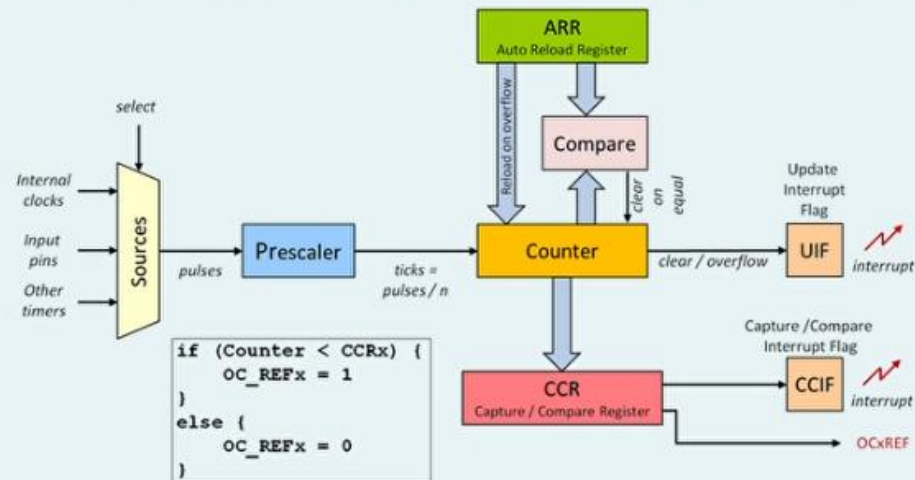
Berechnen Sie die Byte-Rate [Bytes/s] (auf eine ganze Zahl abgerundet)

1200

Frage 12

PWM - Periode und Duty Cycle

Gegeben ist der folgende Counter. Dieser ist als Up-counter konfiguriert.



Die Quelle liefert eine Frequenz von 50 MHz. Die relevanten Register sind wie folgt konfiguriert:

PRE = 100-1

ARR = 40000-1

CCR = 30000

Welche Eigenschaften hat das Signal am Ausgang OCxREF?

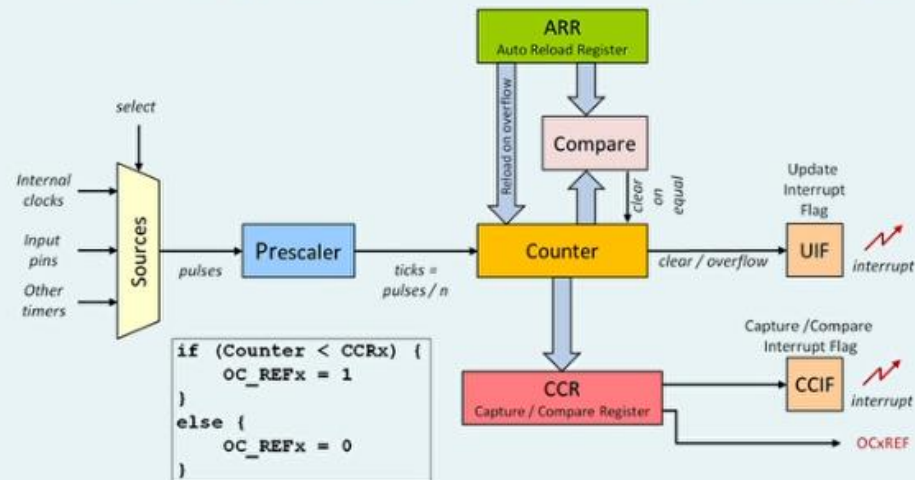
Wie gross ist der Duty Cycle in Prozent?

Wie ist die Periodendauer in ms?

Frage 12 Lösung

PWM - Periode und Duty Cycle

Gegeben ist der folgende Counter. Dieser ist als Up-counter konfiguriert.



Die Quelle liefert eine Frequenz von 50 MHz. Die relevanten Register sind wie folgt konfiguriert:

PRE = 100-1

ARR = 40000-1

CCR = 30000

Welche Eigenschaften hat das Signal am Ausgang OCxREF?

Wie gross ist der Duty Cycle in Prozent?



Wie ist die Periodendauer in ms?



Frage 13

ADC

Für einen ADC HW Block soll die **Resolution (Auflösung)** so konfiguriert werden, dass für die gegebene Referenzspannung von **4V** ein LSB möglichst nahe bei **64mV** liegt.

Welche Resolution erfüllt diese Vorgabe am besten?

Frage 13 Lösung

ADC

Für einen ADC HW Block soll die **Resolution (Auflösung)** so konfiguriert werden, dass für die gegebene Referenzspannung von **4V** ein LSB möglichst nahe bei **64mV** liegt.

Welche Resolution erfüllt diese Vorgabe am besten?

6 Bit ↕

Frage 14

ADC Offset (ADC Folien)

Der ADC3 des STM32F429xx-Mikrocontrollers wird mit den folgenden Eigenschaften verwendet:

- Vref des ADC ist 3 V
- der Offsetfehler des ADC ist +4 LSB
- der ADC verwendet 10-Bit

Wie lautet die absolute Adresse des Registers, in dem die Wandlungsergebnisse gelesen werden können (in Hex) (3 P)?

Welche Spannung entspricht dem Offsetfehler (Ergebnis in Millivolt auf 1 Dezimalstelle. Die Einheit nicht schreiben) (5 P)

mv

Frage 14 Lösung

ADC Offset (ADC Folien)

Der ADC3 des STM32F429xx-Mikrocontrollers wird mit den folgenden Eigenschaften verwendet:

- Vref des ADC ist 3 V
- der Offsetfehler des ADC ist +4 LSB
- der ADC verwendet 10-Bit

Wie lautet die absolute Adresse des Registers, in dem die Wandlungsergebnisse gelesen werden können (in Hex) (3 P)?

0x4001224C

Welche Spannung entspricht dem Offsetfehler (Ergebnis in Millivolt auf 1 Dezimalstelle. Die Einheit nicht schreiben) (5 P)

11.7 mv