

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ФАКУЛТЕТ ПО КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И УПРАВЛЕНИЕ

КАТЕДРА: “КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ”



**Курсов проект**

**по**

**„Разработване на софтуер за автомобилната индустрия“**

**Спецификация**

**на**

**системните изисквания**

**Проект „Светлина“**

**Студент:**

Петко Йорданов Данов,

Специалност „Компютърно и софтуерно инженерство”,

степен Магистър

гр. 224, Ф.№ 121315051

Съдържание

[**1.** **Въведение** 4](#_Toc448829511)

[1.1. Обща информация 4](#_Toc448829512)

[1.2. Обхват 4](#_Toc448829513)

[1.3. Използвани термини и абревиатури 5](#_Toc448829514)

[1.4. Полезни връзки 5](#_Toc448829515)

[**2.** **Цели и характеристики** 5](#_Toc448829516)

[2.1. Основни цели 5](#_Toc448829517)

[2.2. Допълнителни цели 6](#_Toc448829518)

[2.3. Характеристики на изминато разстояние спрямо скоростта на движение 6](#_Toc448829519)

[2.4. Светлинни характеристики 7](#_Toc448829520)

[**3.** **Специфични изисквания** 8](#_Toc448829521)

[3.1. Функционални изисквания 8](#_Toc448829522)

[3.1.1. Потребител Class 1 – Шофьор 8](#_Toc448829523)

[3.1.1.1. Функционално изискване 1.1 8](#_Toc448829524)

[3.1.1.2. Функционално изискване 1.2 8](#_Toc448829525)

[3.1.1.3. Функционално изискване 1.3 9](#_Toc448829526)

[3.1.1.4. Функционално изискване 1.4 9](#_Toc448829527)

[3.1.1.5. Функционално изискване 1.5 9](#_Toc448829528)

[3.1.1.6. Функционално изискване 1.6 9](#_Toc448829529)

[3.1.1.7. Функционално изискване 1.7 10](#_Toc448829530)

[3.1.1.8. Функционално изискване 1.8 10](#_Toc448829531)

[3.1.1.9. Функционално изискване 1.9 10](#_Toc448829532)

[3.1.1.10. Функционално изискване 1.10 11](#_Toc448829533)

[3.1.1.11. Функционално изискване 1.11 11](#_Toc448829534)

[3.1.1.12. Функционално изискване 1.12 11](#_Toc448829535)

[3.1.1.13. Функционално изискване 1.13 11](#_Toc448829536)

[3.1.2. Потребител Class 2 – Система за автоматично управление на светлините 12](#_Toc448829537)

[3.1.2.1. Функционално изискване 2.1 12](#_Toc448829538)

[3.1.2.2. Функционално изискване 2.2 12](#_Toc448829539)

[3.1.2.3. Функционално изискване 2.3 13](#_Toc448829540)

[3.1.2.4. Функционално изискване 2.4 13](#_Toc448829541)

[3.1.2.5. Функционално изискване 2.5 14](#_Toc448829542)

[3.2. Нефункционални изисквания 14](#_Toc448829543)

[**4.** **Допълнителна информация** 14](#_Toc448829544)

[4.1. Процесорни ядра CORTEX-M 14](#_Toc448829545)

[4.2. NUCLEO-F401RE – кратък обзор 16](#_Toc448829546)

# **Въведение**

Настоящият документ описва подробно софтуерните изисквания и хардуерните спецификации, необходими за проектирането, разработването и работата на система за управление на автомобилните светлини.

## Обща информация

Проект „Светлина“ предвижда реализацията на система за автоматично включване на късите светлини на автомобила при необходимост и цялостно управление на осветителната уредба на автомобила.

## Обхват

Системата ще работи независимо спрямо другите системи в автомобила. Предвижда се управление на:

* къси светлини;
* дълги светлини;
* дневни светлини (опционално);
* габарити.

Необходимо е да се осигури възможност както за автоматичен, така и за хардуерен контрол на управлението на светлините.

## Използвани термини и абревиатури

Таблица 1 – Специфична терминология

|  |  |
| --- | --- |
| **ТЕРМИН** | **ОПРЕДЕЛЕНИЕ** |
| **Лумен (lm)** | Единица, с която се измерва светлинният поток излъчван от източниците на светлина. Светлинен поток излъчван от точков източник в пространствен ъгъл 1 стерадиан с интензитет 1 кандела е равен на един лумен. Типичната стойност на светлинния поток, получаван от лампа с нажежаема жичка от 100 W, е 1100 lm. |
| **Лукс (lx)** | Единица за осветеност. Един лукс осветеност се създава от светлинен поток един лумен, падащ върху повърхност един квадратен метър (1 lx = 1 lm/m²). |

## Полезни връзки

[**Length of Day and Twilight**](http://www.gandraxa.com/length_of_day.xml)– Изчисляване дължината на деня и продължителността на здрача за всяка географска ширина и за всеки ден от годината.

# **Цели и характеристики**

Основна цел на проект „Светлина“ е подобряване на сигурността и комфорта на шофьорите чрез реализирането на система за контрол на светлините.

## Основни цели

* Автоматично включване на късите светлини на автомобила за време под 1 секунда при влизане в тунел или подземен паркинг.
* Автоматично включване на късите светлини на автомобила за време под 1 секунда при буря, лоши метеорологични условия и здрачаване.
* Автоматично превключване от дълги на къси светлини за време под 1 секунда при поява на насрещно движещ се автомобил.

## Допълнителни цели

* Автоматично включване на дневните светлини на автомобила при запалване на двигателя.

## Характеристики на изминато разстояние спрямо скоростта на движение

Таблица 2 – Измината дистанция от автомобила за единица време при движение с различна скорост

|  |  |
| --- | --- |
| **СКОРОСТ НА ДВИЖЕНИЕ** | **ИЗМИНАТО РАЗСТОЯНИЕ ЗА 1 СЕКУНДА** |
| **10 км/ч** | **2.7 м** |
| **30 км/ч** | **8.3 м** |
| **50 км/ч** | **13.8 м** |
| **80 км/ч** | **22.2 м** |
| **90 км/ч** | **25 м** |
| **100 км/ч** | **27.7 м** |
| **120 км/ч** | **33.3 м** |
| **140 км/ч** | **38.8 м** |

## Светлинни характеристики

Таблица 3 – Интензивност на светлината в различни условия

|  |  |
| --- | --- |
| **ОСВЕТЕНОСТ** | **УСЛОВИЯ** |
| **110.000 – 120.000 lx** | Ярка слънчева светлина. |
| **10.000 – 20.000 lx** | Дневна светлина на сянка. |
| **1.000 – 2.000 lx** | Дневна светлина през облачен ден. |
| **200 – 400 lx** | Светлина при изгрев или залез в ясен ден. |
| **100 – 200 lx** | Светлина при буря и много облачно време. |
| **40 lx** | Светлина при много облачно време (изгрев/залез). |
| **1 lx** | Светлина при пълнолуние в тропическите ширини. |
| **0.25 lx** | Светлина при пълнолуние в ясна нощ. |
| **0.01 lx** | Светлина при четвърт луна. |
| **0,002 lx** | Нощна светлина при ясно небе, без луна в ясна нощ. |
| **0,0001 lx** | Обща звездна светлина при облачно небе. |

# **Специфични изисквания**

## Функционални изисквания

## Потребител Class 1 – Шофьор

## Функционално изискване 1.1

**ID:** ФИ1

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно управление на габарити, дневни и къси светлини

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на възможност за ръчно включване на габарити, дневни и къси светлини чрез *хардуерен прекъсвач №1*.

ПРИНЦИП НА РАБОТА:

* + Позиция 0 – изключени светлини
  + Позиция 1 – включване на габарити
  + Позиция 2 – включване на дневни светлини
  + Позиция 3 – включване на къси светлини

ЗАВИСИМОСТ: не

## Функционално изискване 1.2

**ID:** ФИ2

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно превключване от къси светлини на дълги светлини

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на възможност за ръчно превключване на от дълги на къси светлини и обратно чрез отделен *хардуерен прекъсвач №2*.

ПРИНЦИП НА РАБОТА:

* + Позиция 0 – къси светлини
  + Позиция 1 – дълги светлини

ЗАВИСИМОСТ: не

## Функционално изискване 1.3

**ID:** ФИ3

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно включване/изключване на Системата за автоматично управление на светлините

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на възможност за ръчно включване/изключване на Системата за автоматично управление на светлините чрез отделен *хардуерен прекъсвач №3*.

ПРИНЦИП НА РАБОТА:

* + Позиция 0 – изключена Система за автоматично управление на светлините
  + Позиция 1 – включена Система за автоматично управление на светлините

ЗАВИСИМОСТ: не

## Функционално изискване 1.4

**ID:** ФИ4

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно включване/изключване на габарити

ОПИСАНИЕ: Ръчно включване габаритите на автомобила при Позиция 1 на прекъсвача и изключване при Позиция 0 на прекъсвача.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ1

## Функционално изискване 1.5

**ID:** ФИ5

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно включване/изключване на дневни светлини

ОПИСАНИЕ: Ръчно включване на дневните светлини на автомобила при Позиция 2 на прекъсвача и изключване при Позиция 0 на прекъсвача.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ1

## Функционално изискване 1.6

**ID:** ФИ6

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно включване/изключване на къси светлини

ОПИСАНИЕ: Ръчно включване на късите светлини на автомобила при Позиция 3 на прекъсвача и изключване при Позиция 0 на прекъсвача.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ1

## Функционално изискване 1.7

**ID:** ФИ7

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно превключване от къси към дълги светлини

ОПИСАНИЕ: Ръчно превключване от къси към дълги светлини на автомобила при Позиция 1 на прекъсвача.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ2

## Функционално изискване 1.8

**ID:** ФИ8

ЗАГЛАВИЕ: Хардуерно превключване от дълги към къси светлини

ОПИСАНИЕ: Ръчно превключване от дълги към къси светлини на автомобила при Позиция 0 на прекъсвача.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ2

## Функционално изискване 1.9

**ID:** ФИ9

ЗАГЛАВИЕ: Индикатор - габарити

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на светлинна индикация на контролното табло при включени габарити на автомобила.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ4

## Функционално изискване 1.10

**ID:** ФИ10

ЗАГЛАВИЕ: Индикатор – дневни светлини

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на светлинна индикация на контролното табло при включени дневни светлини на автомобила.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ3, ФИ5

## Функционално изискване 1.11

**ID:** ФИ11

ЗАГЛАВИЕ: Индикатор – къси светлини

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на светлинна индикация на контролното табло при включени къси светлини на автомобила.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ3, ФИ6, ФИ7

## Функционално изискване 1.12

**ID:** ФИ12

ЗАГЛАВИЕ: Индикатор – дълги светлини

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на светлинна индикация на контролното табло при включени дълги светлини на автомобила.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ3, ФИ6, ФИ7

## Функционално изискване 1.13

**ID:** ФИ13

ЗАГЛАВИЕ: Индикатор – Система за автоматично управление на светлините

ОПИСАНИЕ: Осигуряване на светлинна индикация на контролното табло при включена Системата за автоматично управление на светлините на автомобила.

ЗАВИСИМОСТ: ФИ3

## Потребител Class 2 – Система за автоматично управление на светлините

## Функционално изискване 2.1

**ID:** ФИ14

**Особеност:** Автоматично включване на късите светлини на автомобила

Извършава се от Системата за автоматично управление на светлините при позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №3* и позиция 0, 1, 2 на *хардуерен прекъсвач №1*. Късите светлини на автомобила се включват при отчитане от датчика за интензивност на светлинния поток на стойност по-ниска от 1.000 lx.

**Сценарий: Влизане на автомобила в тунел**

Отчитане на стойност под 1.000 lx и включване на късите светлини на автомобила.

**Сценарий: Преминаване на автомобила през подлез при облачно време**

Отчитане на стойност под 1.000 lx и включване на късите светлини на автомобила. След отчитане на стойност, по-висока от 1.000 lx, за времетраене по-дълго от 2 секунди, късите светлини на автомобила се изключват.

## Функционално изискване 2.2

**ID:** ФИ15

**Особеност:** Автоматично изключване на късите светлини на автомобила

Извършава се от Системата за автоматично управление на светлините при позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №3* и позиция 0, 1, 2 на *хардуерен прекъсвач №1*. Късите светлини на автомобила се изключват след ***не по-малко от 30 секунди*** при *постоянни* стойности по-високи от 1.000 lx, отчетени от датчика за интензивност на светлинния поток.

**Сценарий: Излизане на автомобила от тунел**

Отчитане на стойност над 1.000 lx и изключване на късите светлини на автомобила след 30 секунди.

**Сценарий: Изключване на късите светлини на автомобила при движение през нощта**

С цел предотвратяване изключването на късите светлини на автомобила при движение през нощта:

* + - след работа на късите светлини с продължителност надвишаваща 15 минути;
    - изключването на късите светлини се извършва при отчитане на постоянна стойност над 1.000 lx в продължение на 2 минути.

## Функционално изискване 2.3

**ID:** ФИ16

**Особеност:** Автоматично превключване от дълги на къси светлини

Извършава се от Системата за автоматично управление на светлините при позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №3* и позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №2*. Превключването се извършва при стойност по-висока от 20 lx, отчетена от датчика за интензивност на светлинния поток.

**Сценарий: Предотвратяване заслепяване на шофьор на насрещно движещ се автомобил**

При отчитане на стойност над 20 lx се превключва от дълги на къси светлини.

## Функционално изискване 2.4

**ID:** ФИ17

**Особеност:** Автоматично включване на дневните светлини на автомобила (опционално)

Извършава се от Системата за автоматично управление на светлините при позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №3* и позиция 0 на *хардуерен прекъсвач №1*. Включването на дневните светлини се извършва автоматично при старт на двигателя.

## Функционално изискване 2.5

**ID:** ФИ18

**Особеност:** Автоматично изключване на дневните светлини на автомобила (опционално)

Извършава се от Системата за автоматично управление на светлините при позиция 1 на *хардуерен прекъсвач №3* и позиция 0 на *хардуерен прекъсвач №1*. Изключването на дневните светлини се извършва автоматично при спиране на двигателя.

## Нефункционални изисквания

# **Допълнителна информация**

## Процесорни ядра CORTEX-M

Процесорните ядра Cortex-M представляват развитие на ARM архитектурата за приложения, при които размерът на кода и детерминираността на операциите са по-важни характеристики в сравнение с производителността.

Cortex-M се различава значително както от класическите фамилии процесорни решения, така и от другите Cortex решения. Основната разлика е в програмния модел на процесора и в начина на обработка на изключения.

В Cortex-M25 има две състояния на процесора: Thread и Handler, както и два начина за изпълнение на код - привилегирован и непривилегирован. В режим Handler кодът винаги се изпълнява като привилегирован. Използват се два указателя на стека Main и Process. Указателят Process може да се използва само в режим Thread, а Main и в двата режима.

Процесорът има вграден контролер за прекъсвания. Изключителните ситуации се разделят в 4 категории: рестартиране, системно повикване, грешка, прекъсване. Всяко изключение има брой, приоритет и вектор адрес манипулатор. При обработката на изключения за ускоряване на операциите се използват:

* приоритетно обслужване (прекъсване на обработката, при възникване на изключение с по-висок приоритет);
* хардуерно съхранение/възстановяване на контекста с корекция на адреса за връщане (няма нужда корекцията да се прави ръчно, както в по-ранните поколения ARM);
* прекъсване на възстановяването на контекста, ако в същия момент идва следващото искане за прекъсване;
* Други особености на Cortex-M:
  + - * поддържа се само little-endian подредба на байтовете;
      * поддържа се само набор инструкции Thumb;
      * не се поддържат SIMD-инструкции;
      * поддържа се ограничен набор инструкции load/store.

Процесорните ядра **ARM Cortex-M4** (фиг. 1) са фокусирани върху цифрова обработка на сигнала.

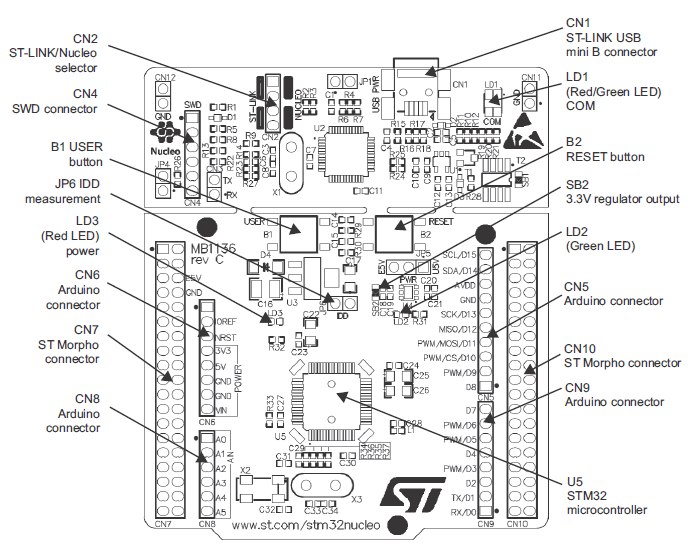


Фигура 1. Примерна схема на ARM Cortex-M4

ARM Cortex-M4 поддържа технологии като умножение с натрупване в един процесорен такт (single-cycle MAC), аритметика с насищане, блок изчисления с плаваща запетая FPU (floating point unit), команди за управление на поточни данни SIMD (single instruction multiple data).

## NUCLEO-F401RE – кратък обзор

Чипсетът NUCLEO-F401RE е базиран на процесорната архитектура ARM Cortex-M4.



Фигура 2 - NUCLEO-F401RE - Top layout

Основни характеристики:

* + - STM32 microcontroller with LQFP64 package
    - Two types of extension resources
      * Arduino Uno Revision 3 connectivity
      * STMicroelectronics Morpho extension pin headers for full access to all STM32 I/Os
    - mbed-enabled (<http://mbed.org>)
    - On-board ST-LINK/V2-1 debugger/programmer with SWD connector
      * selection-mode switch to use the kit as a standalone ST-LINK/V2-1
    - Flexible board power supply
      * USB VBUS or external source(3.3 V, 5 V, 7 - 12 V)
      * Power management access point
    - Three LEDs
    - USB communication (LD1), user LED (LD2), power LED (LD3)
    - Two push buttons: USER and RESET
    - USB re-enumeration capability: three different interfaces supported on USB
      * Virtual Com port
      * Mass storage
      * Debug port
    - Supported by wide choice of Integrated Development Environments (IDEs) including IAR™, Keil®, GCC-based IDEs

Чипсетът се състои от две части – програматор и оценъчна платка, които могат да бъдат разглобени и разделени, без това да повлияе на функционалността на платформата.

Програматорът **STlink-v2.1** има SWD конектор на пин CN4 (вж. фиг.2), което позволява използването на програматора, независимо от оценъчната платка за всички MK STM32. За целта е необходимо да се изключи микроконтролера от програмиране чрез премахване на джъмпери от пин CN2.

Платформа Nuleo се характеризира с поддръжка на [MBED.ORG](https://www.mbed.com/en/), която улеснява изключително инсталирането, настройката и използването на компилатори за ARM.