

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

З лабораторної роботи № 1 з дисципліни
«Мікропроцесорні технології інтернету речей»

**«Ознайомлення з програмою Proteus. Бібліотека HAL
Налаштування периферії за допомогою Cube MX. Апаратний ШІМ»**

Виконав(ла)

ІП-13 Бабіч Денис

(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірів(ла)

Стельмах О. П.

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2025

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Мета роботи: Симуляція роботи мікропроцесора в програмі Proteus. Генерація коду за допомогою програми Cube MX. Реалізація ШІМ. Створення і компіляція робочої програми на мові програмування C++.

Завдання:

$$N = 3$$

$$N1 = N - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$T1 = T / 10 = 3 / 10 = 0.3$$

Щоб отримати 60

1. Налаштувати тактову частоту мікроконтролера (HCLK) на N mhz
2. Підключити 10 світлодіодів та 2 кнопки до будь яких вільних пінів.
3. Якщо перша кнопка натиснута, то «активні» перші 5 світлодіодів, якщо ні то з 6-10

Щоб отримати 85

1. Виконати всі завдання з «Щоб отримати 60»
2. Змінювати сигнали з 0 на 1 та з 1 на 0 на «активних» світлодіодах, за допомогою будь якого таймеру з швидкістю T1 разів за секунду

Щоб отримати 100

1. Виконати всі завдання з «Щоб отримати 85»
2. Підключити віртуальний осцилограф та перевірити правильність виконання попереднього завдання
3. Налаштувати апаратний ШІМ на будь якому таймері та каналі використовуючи звичайний та комплементарний виводи

Виконання:

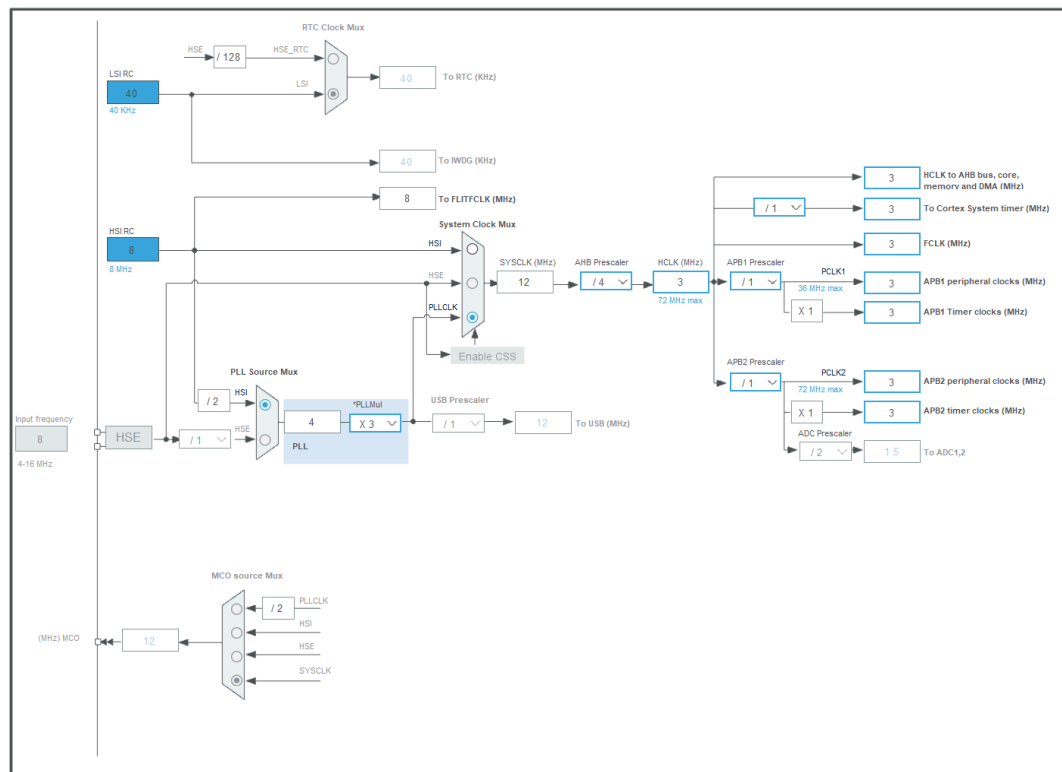


Рисунок 1.1 – Налаштування тактової частоти (HCLK) мікроконтролера у відповідності до варіанту

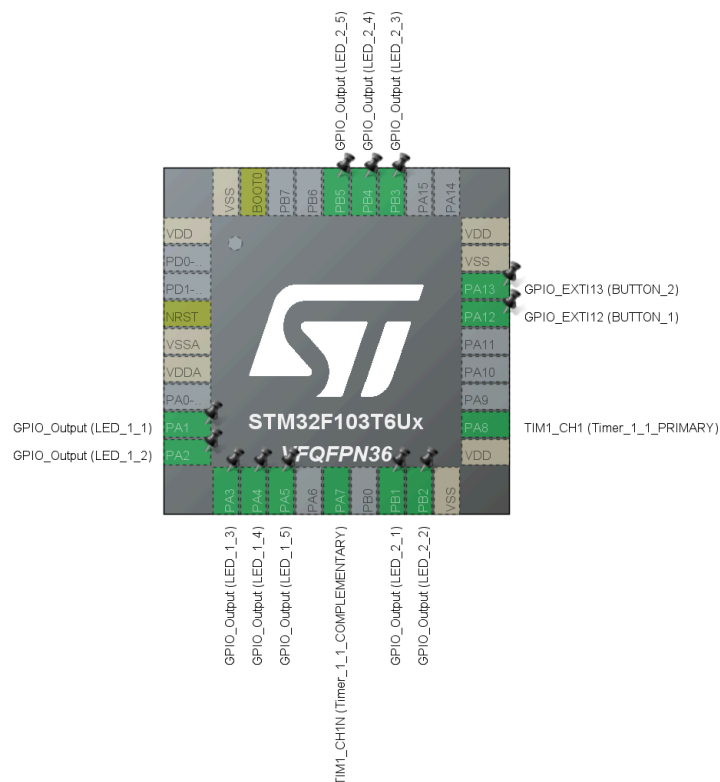


Рисунок 1.2 – Результат налаштування мікроконтролера

Для кнопки використовується GPIO_EXTI (External Interrupt) з метою реалізації механізму зовнішнього переривання при зміні стану піну, що дозволяє контролеру ефективно працювати у звичайному режимі та переходити до обробки вводу від користувача тільки у випадку необхідності.

PA1 Configuration :

GPIO output level	Low
GPIO mode	Output Push Pull
GPIO Pull-up/Pull-down	No pull-up and no pull-down
Maximum output speed	Low
User Label	GPIO_Output (LED_1_1)

Рисунок 1.3 – Приклад конфігурації піну зі світлодіодом

PA12 Configuration :

GPIO mode	External Interrupt Mode with Rising edge trigger detection
GPIO Pull-up/Pull-down	No pull-up and no pull-down
User Label	GPIO_EXTI12 (BUTTON_1)

Рисунок 1.4 – Приклад конфігурації піну з кнопкою

Для реалізації перемикання світлодіодів з частотою 0.3 Hz за секунду розраховується частота та період таймеру:

$$T_{toggle} = \frac{1}{f_{target}} = \frac{1}{0.3} \approx 3.3 \text{ c}$$

$$f_{timer} = \frac{f_{HCLK}}{PSC (prescaler) + 1} = \frac{3 \cdot 10^6}{2999 + 1} = 1 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

$$ARR (Auto Reload Registry) = f_{timer} \cdot T_{toggle} - 1 = 3299$$

TIM2 Mode and Configuration

Mode

Slave Mode

Disable

Trigger Source

Disable

Clock Source

Internal Clock

Channel1

Disable

Channel2

Disable

Channel3

Disable

Channel4

Disable

Combined Channels

Disable

☐ Use ETR as Clearing Source

☐ XOR activation

☐ One Pulse Mode

Configuration

Reset Configuration

☒ Parameter Settings

☒ User Constants

☒ NVIC Settings

☒ DMA Settings

Configure the below parameters :

Search (Ctrl+F)

Counter Settings

Prescaler (PSC - 16 bits value)

2999

Counter Mode

Up

Counter Period (AutoReload Register - 16 bits val

3300

Internal Clock Division (CKD)

No Division

auto-reload preload

Disable

Trigger Output (TRGO) Parameters

Master/Slave Mode (MSM bit)

Disable (Trigger input effect not delayed)

Trigger Event Selection

Reset (UG bit from TIMx_EGR)

Рисунок 1.5 – Конфігурація таймеру TIM2

✔ Parameter Settings	✔ User Constants	✔ NVIC Settings	✔ DMA Settings	
NVIC Interrupt Table		Enabled	Preemption Priority	Sub Priority
TIM2 global interrupt		✔	0	0

Рисунок 1.6 – Конфігурація керуючого блоку переривань для таймеру TIM2

Для реалізації PWM (широтно-імпульсної модуляції) з робочим циклом у 50% величини розраховуються наступним чином:

$$f_{timer} = \frac{f_{HCLK}}{PSC + 1} = \frac{3 \cdot 10^6}{2 + 1} = 1 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$ARR = \frac{f_{timer}}{f_{PWM}} = \frac{1 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^3} - 1 = 999$$

$$Pulse = Arr \cdot \frac{Duty}{100} = 999 \cdot \frac{50}{100} = 500$$

TIM1 Mode and Configuration

Mode	
Trigger Source	Disable
Clock Source	Internal Clock
Channel1	PWM Generation CH1 CH1N

Configuration	
Reset Configuration	
✔ User Constants	✔ NVIC Settings
✔ DMA Settings	✔ GPIO Settings
✔ Parameter Settings	

Configure the below parameters :

Counter Settings	
Prescaler (PSC - 16 bits value)	2
Counter Mode	Up
Counter Period (AutoReload Register - 16 bits)	999
Internal Clock Division (CKD)	No Division
Repetition Counter (RCR - 8 bits value)	0
auto-reload preload	Disable
✖ Trigger Output (TRGO) Parameters	
Master/Slave Mode (MSM bit)	Disable (Trigger input effect not delayed)
Trigger Event Selection	Reset (UG bit from TIMx_EGR)
✖ Break And Dead Time management - BRK Configur..	
BRK State	Disable
BRK Polarity	High
✖ Break And Dead Time management - Output Config..	
Automatic Output State	Disable
Off State Selection for Run Mode (OSSR)	Disable
Off State Selection for Idle Mode (OSSl)	Disable
Lock Configuration	Off
Dead Time	0
✖ PWM Generation Channel 1 and 1N	
Mode	PWM mode 1
Pulse (16 bits value)	500
Output compare preload	Enable
Fast Mode	Disable
CH Polarity	High
CHN Polarity	Low
CH Idle State	Reset
CHN Idle State	Reset

Рисунок 1.7 – Конфігурація таймеру TIM1

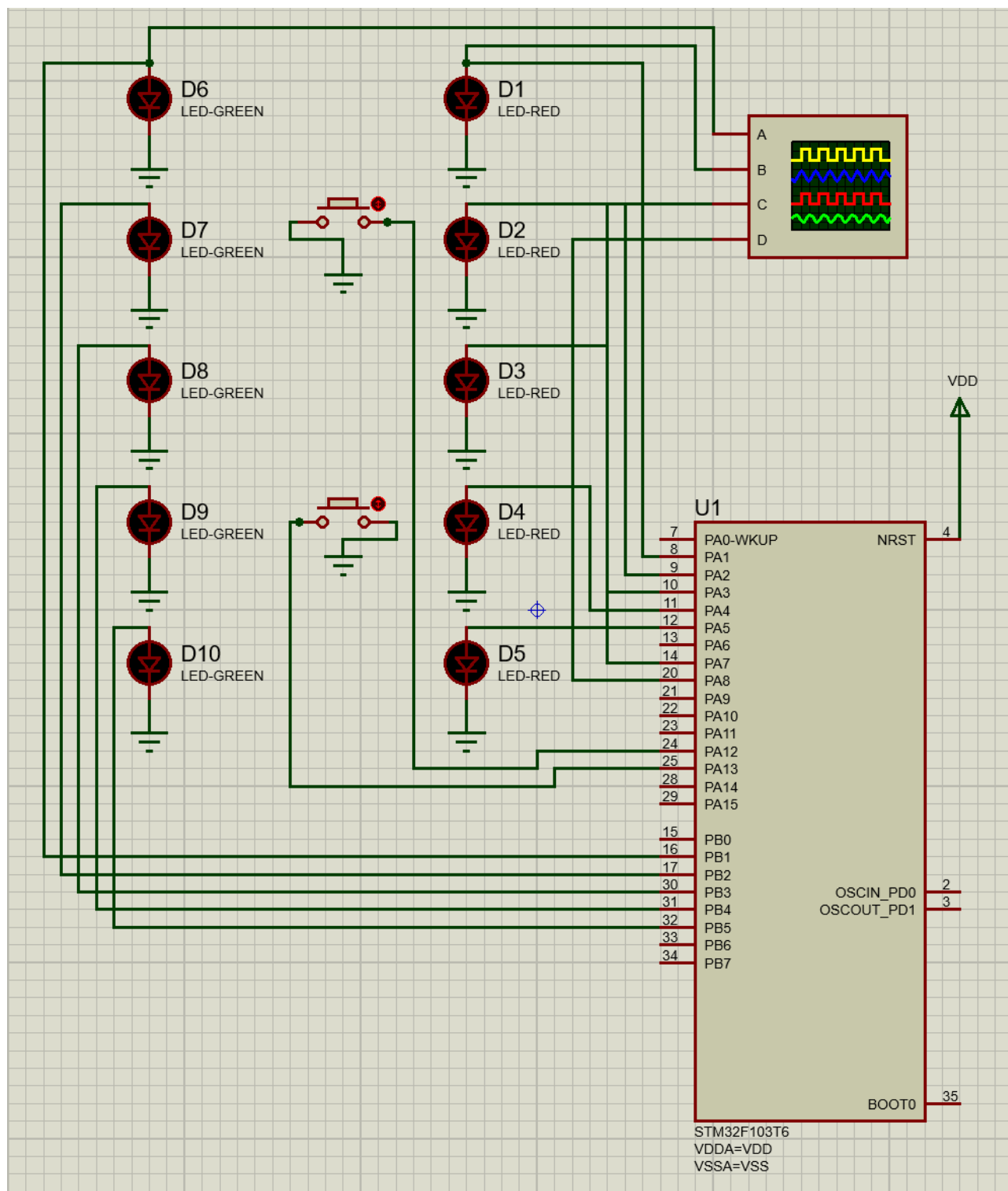


Рисунок 1.8 – Отримана схема в Proteus

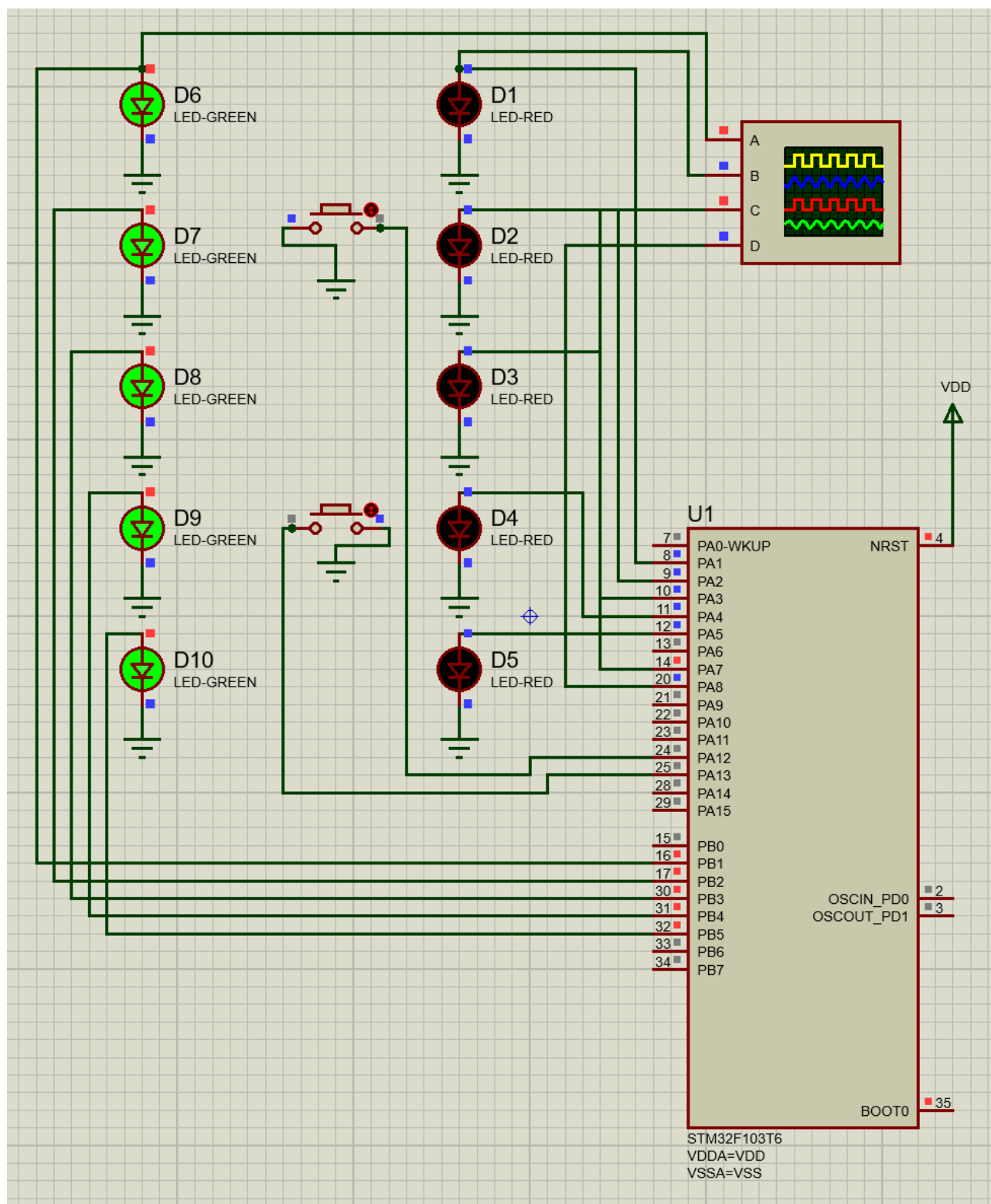


Рисунок 1.9 – Демонстрація роботи схеми

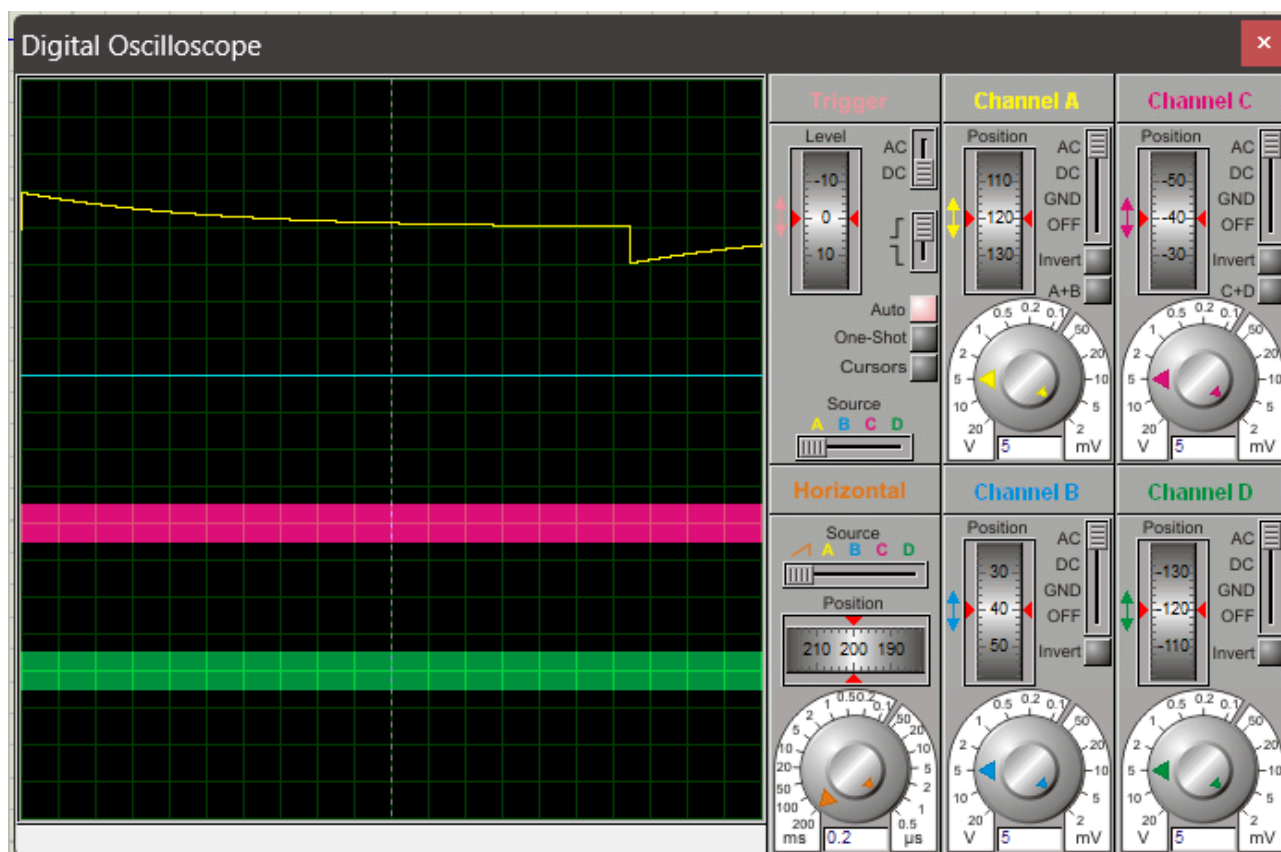


Рисунок 1.10 – Демонстрація роботи таймеру TIM2 на каналі А

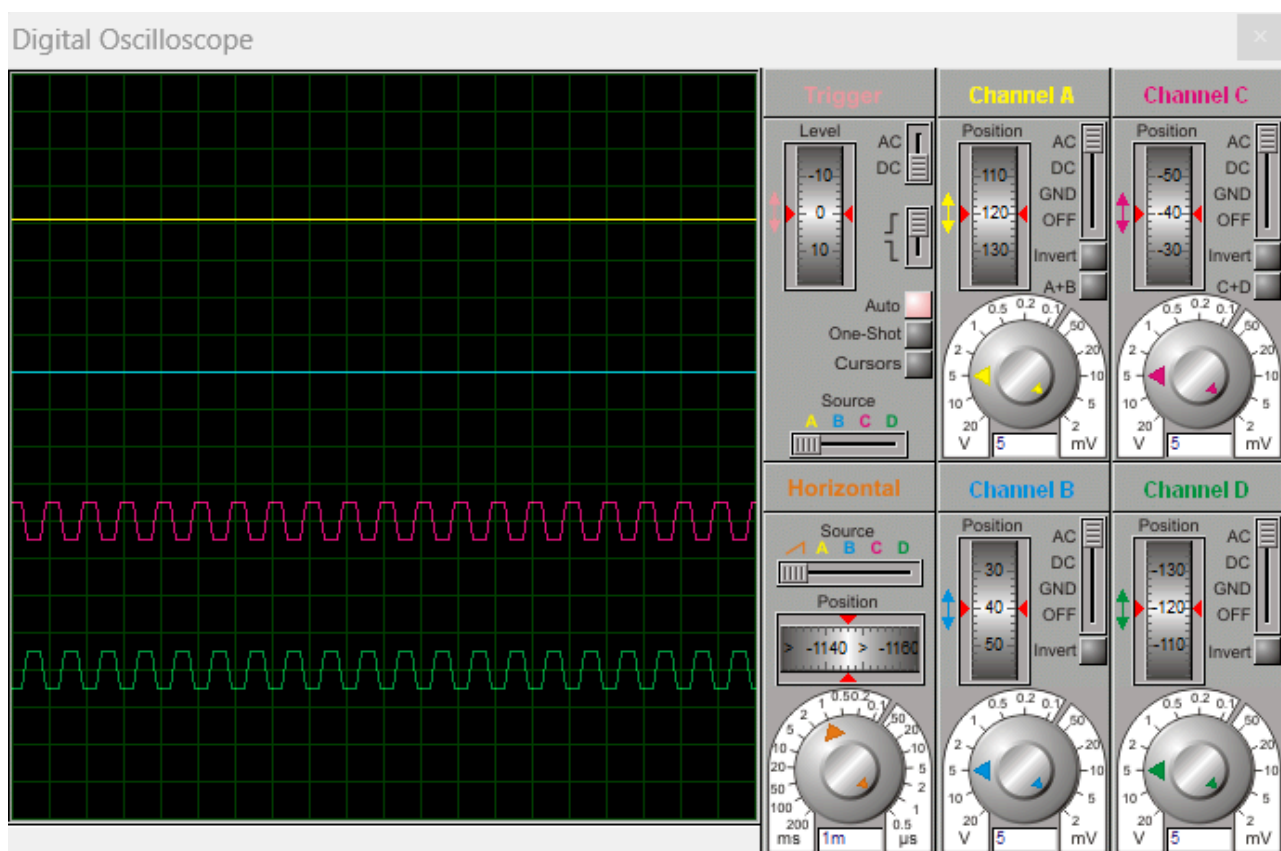


Рисунок 1.11 – Демонстрація роботи TIM1 PWM на каналах С та D

ВИСНОВКИ

У цій лабораторній роботі було реалізовано налаштування мікроконтролера для управління світлодіодами та кнопками, а також реалізація функцій, пов'язаних із таймерами та широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). Спочатку було налаштовано тактову частоту мікроконтролера, що дозволило забезпечити потрібні умови для роботи системи.

У першій частині роботи за допомогою переривань було реалізовано функціонування двох кнопок, що дозволяють змінювати активність групи світлодіодів. При натисканні першої кнопки активуються світлодіоди 1-5, а при відсутності натискання – світлодіоди 6-10.

У другій частині роботи було реалізовано зміну стану світлодіодів з частотою 0,3 Гц, використовуючи таймер. Розрахунки періоду та частоти таймера, а також налаштування параметрів дозволили отримати потрібний результат.

У фінальній частині роботи була налаштована широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) для управління яскравістю світлодіодів, із робочим циклом 50%. Була проведена конфігурація таймерів для роботи з ШІМ, що дозволило досягти стабільного результату.

Робота була реалізована у середовищі Proteus, що дозволило візуалізувати схему та продемонструвати роботу системи в реальному часі. В результаті виконання роботи були отримані практичні навички в налаштуванні мікроконтролерів, роботі з таймерами, перериваннями та ШІМ, що є важливими для подальшого освоєння програмування вбудованих систем.