

ЩО ТАКЕ МІКРОПРОЦЕСОР, МІКРОКОНТРОЛЕР ТА ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР

Стрімкий розвиток електроніки швидко змінює наше життя, і ми помічаємо це, перш за все, у соціальній сфері, сферах комунікації (спілкування) та зв'язку. Перше, що спадає на думку у цьому зв'язку, – це комп'ютери, Інтернет і стільникові телефони. Ми вільні у пошуках необхідної інформації, маємо можливість вийти на зв'язок з бажаним абонентом, не зважаючи на наше місцезнаходження. Ми можемо отримувати дистанційну освіту і об'єднуватися у групи за професійними, соціальними або культурними інтересами. Все це стало можливим у значній мірі завдяки винаходу мікропроцесора і створенню мікропроцесорних систем.

А чи є інші прояви прогресу мікроелектроніки, які не такі помітні, але виграють важливу роль у нашому житті?

Так, мікропроцесори і мікроконтролери широко використовуються у побутовій техніці, автомобільній електроніці, аерокосмічній та військовій галузях і, звичайно ж, у промисловому виробництві.

Ця стаття розкриває деякі аспекти використання мікропроцесорних систем в техніці та промисловості. Якщо подальший текст здаватиметься вам надто важким і незрозумілим, рекомендуємо попередньо ознайомитись зі статтею [«Основи інформатики. Складові мікропроцесорних систем»](#).

Отже:

- Що таке мікропроцесор?
- Що таке мікроконтролер? Які його особливості?
- Де застосовуються мікроконтролери?
- Чим мікроконтролер відрізняється від мікропроцесора?
- Що таке сигнальний процесор?
- Що таке програмований логічний контролер (ПЛК)? Як він побудований?
- Як програмуються ПЛК?

Ви вже напевно знаєте, що будь-який *комп'ютер* – це машина для обробки інформації, не зважаючи на те, яку конкретну задачу він виконує. Центральним елементом комп'ютера є мікропроцесор. Якщо запитати в учня середньої школи: – Що таке мікропроцесор?, – то скоріше за все отримаєте відповідь «Мікропроцесор – це серце комп'ютера».

Мікропроцесор – це мікроелектронний програмований пристрій, що призначений для обробки інформації та керування процесами обміну цією інформацією у складі мікропроцесорної системи (комп'ютера).

Чому «мікроелектронний»? Тому що мікропроцесори виготовляються за допомогою технологій сучасної мікроелектроніки на основі напівпровідникового кристалу. Інформація в мікропроцесорній системі передається електричними імпульсами. Конструктивно мікропроцесор виконується у вигляді однієї мікросхеми (інколи – декількох). Мікросхема складається з пластикового або керамічного корпусу, всередині якого міститься мініатюрна напівпровідникова підкладка (*рис. 1*). На цій підкладці лазером «накреслені» усі електронні

схеми мікропроцесора. Входи та виходи схеми на підкладці з'єднані з металевими виводами, що розташовані по боках або знизу корпусу мікросхеми.

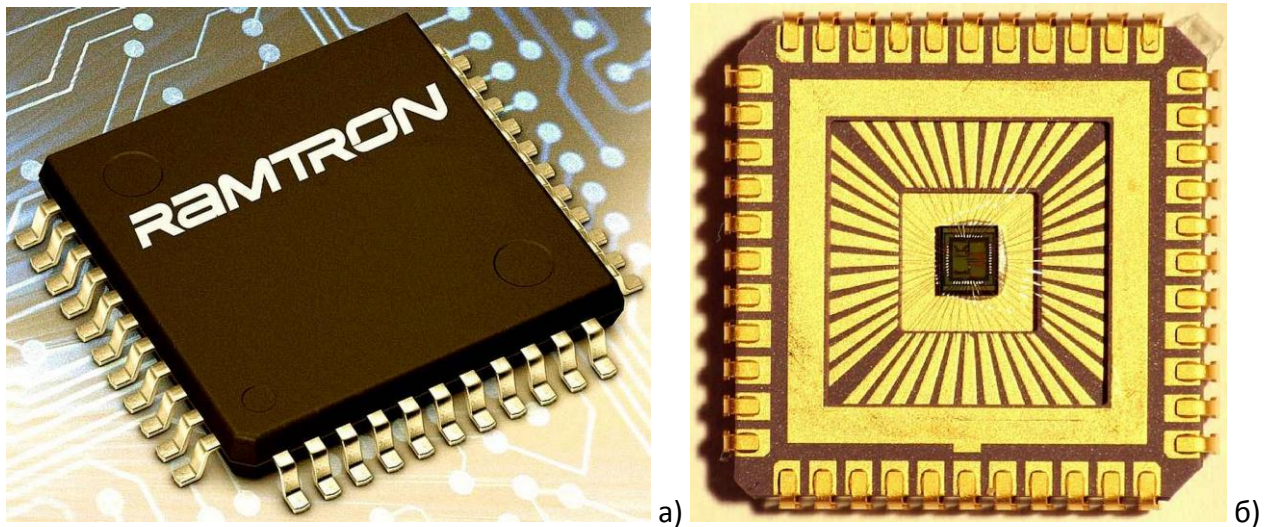


Рис. 1. Інтегральна мікросхема (а) та її внутрішня побудова (б).

Чому мікропроцесор – це «програмований пристрій»? Тому що мікропроцесорні системи взагалі є універсальними, тобто здатні виконувати широке коло завдань з обробки інформації. А на виконання конкретної задачі мікропроцесор «налаштовується» за допомогою програми – переліку машинних команд.

Обов'язковими компонентами мікропроцесора є регістри, арифметико-логічний пристрій (АЛП), та блок керування. Регістри призначені для тимчасового зберігання даних, арифметико-логічний пристрій – для виконання арифметичних і логічних операцій (тобто, для обробки даних). Блок керування відповідає за послідовне виконання команд програми та правильне спрямування потоків даних.

Мікропроцесор не може працювати сам по собі. Він є центральною ланкою мікропроцесорної системи, до якої також входять пристрої постійної та оперативної пам'яті, пристрої введення та виводу інформації, накопичувачі на жорстких магнітних дисках (так звані вінчестери), тощо. Такі мікропроцесорні системи називають комп'ютерами.

Персональний комп'ютер може мати багато застосувань, проте це досить дорогий і громіздкий пристрій. А як же наділити елементами інтелекту побутову техніку, автомобілі, медичні прилади? Як зробити їх «розумними»? Зрозуміло, що у побутовий кондиціонер не можна вмонтувати системний блок звичайного персонального комп'ютера. Це підвищить його вартість у два – три рази. І у складі так званого смарт-телевізора ми не знайдемо окремого персонального комп'ютера у його звичайному вигляді. Для автоматизації такого роду техніки розроблені та виготовляються спеціальні процесорні пристрої – однокристальні мікроконтролери (англ.: «Microcontroller»). Англійське слово «control» означає «контролювати», «керувати». Таким чином, мікроконтролер – це спеціальний мікропроцесор, що призначений для автоматизації різноманітних пристроїв і керування їх роботою.

Отже, **мікроконтролер** – це спеціалізований мікроелектронний програмований прилад, що призначений для використання у керуючих пристроях, системах передачі даних та системах керування технологічними процесами.

Мікроконтролери використовують у побутовій техніці, медичних приладах, системах керування ліфтами, телефонах, раціях та інших засобах зв'язку, електронних музичних інструментах та автомагнітолах, комп'ютерній периферії (клавіатурах, джойстиках, принтерах, тощо), світлофорах, автоматичних воротах та шлагбаумах, інтерактивних дитячих іграшках, автомобілях, локомотивах та літаках, роботах та промислових верстатах.



Рис. 2. Сфери використання мікроконтролерів.

Мікроконтролери також широко застосовуються в автомобільній електроніці. Наприклад, автомобіль «Peugeot 206» має на борту 27 мікроконтролерів, а в автомобілях високого класу, як наприклад «BMW» сьомої серії, використовується понад 60 мікроконтролерів. Вони

керують вприском палива, жорсткістю адаптивної підвіски, світлотехнікою, двигунами двірників, склопідіймачів та дзеркал заднього виду, тощо (рис. 3).

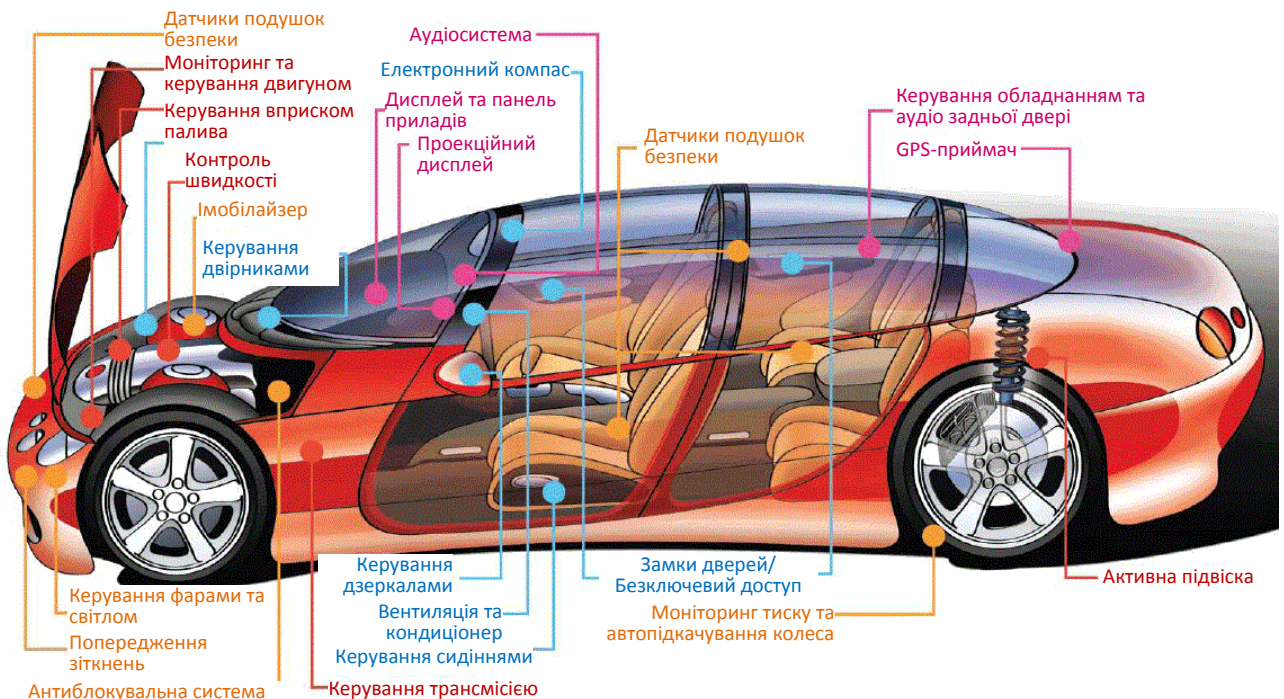


Рис. 3. Використання мікроконтролерів в автомобільній електроніці

(за матеріалами Microchip Technology).

Мікроконтролер, на відміну від мікропроцесора, зазвичай має порівняно невелику розрядність (8 – 16 бітів) та багатий набір команд маніпулювання окремими бітами. Бітові команди дають змогу керувати дискретним обладнанням (підняти/опустити шлагбаум, увімкнути/вимкнути лампу, нагрівач, запустити/зупинити двигун, відкрити/закрити клапан, тощо). Наявність можливості оперувати окремими бітами, вводити та виводити дискретні сигнали називають «бітовим процесором».

Ще одна з основних відмінностей мікроконтролера від мікропроцесора полягає у тому, що у складі мікросхеми контролера є усі елементи для побудови простої (а інколи – і досить складної) системи керування. Так, всередині мікроконтролера є пам'ять даних (оперативна пам'ять), пам'ять програм (постійна пам'ять), генератор тактових імпульсів, таймери, лічильники, паралельні та послідовні порти. Тож система мінімальної конфігурації на основі мікроконтролера може складатися з блока живлення, безпосередньо мікросхеми контролера та кількох пасивних елементів (резисторів, конденсаторів та кварцового резонатора). І це фактично є ніщо інше, як одноплатний міні-комп'ютер на основі однієї мікросхеми, придатний для вбудовування до об'єкта керування. Середня вартість системи мінімальної конфігурації складає кілька десят доларів (порівняйте із середньою вартістю персонального комп'ютера).

Типова архітектура мікроконтролера складається з системи синхронізації та керування (1), арифметико-логічного пристрою (2), регістрів загального призначення (3), пам'яті даних (4) та пам'яті програм (5), портів (6), функціональних пристроїв (таймерів, лічильників, широтно-імпульсних модуляторів, інтерфейсів) та регістрів їх налаштування (7), рис. 4.

Програми для мікроконтролерів створюють у спеціальних інтегрованих інструментальних середовищах (англ.: Integrated Development Environment, IDE) мовами Асемблера (машинних команд) або C++.

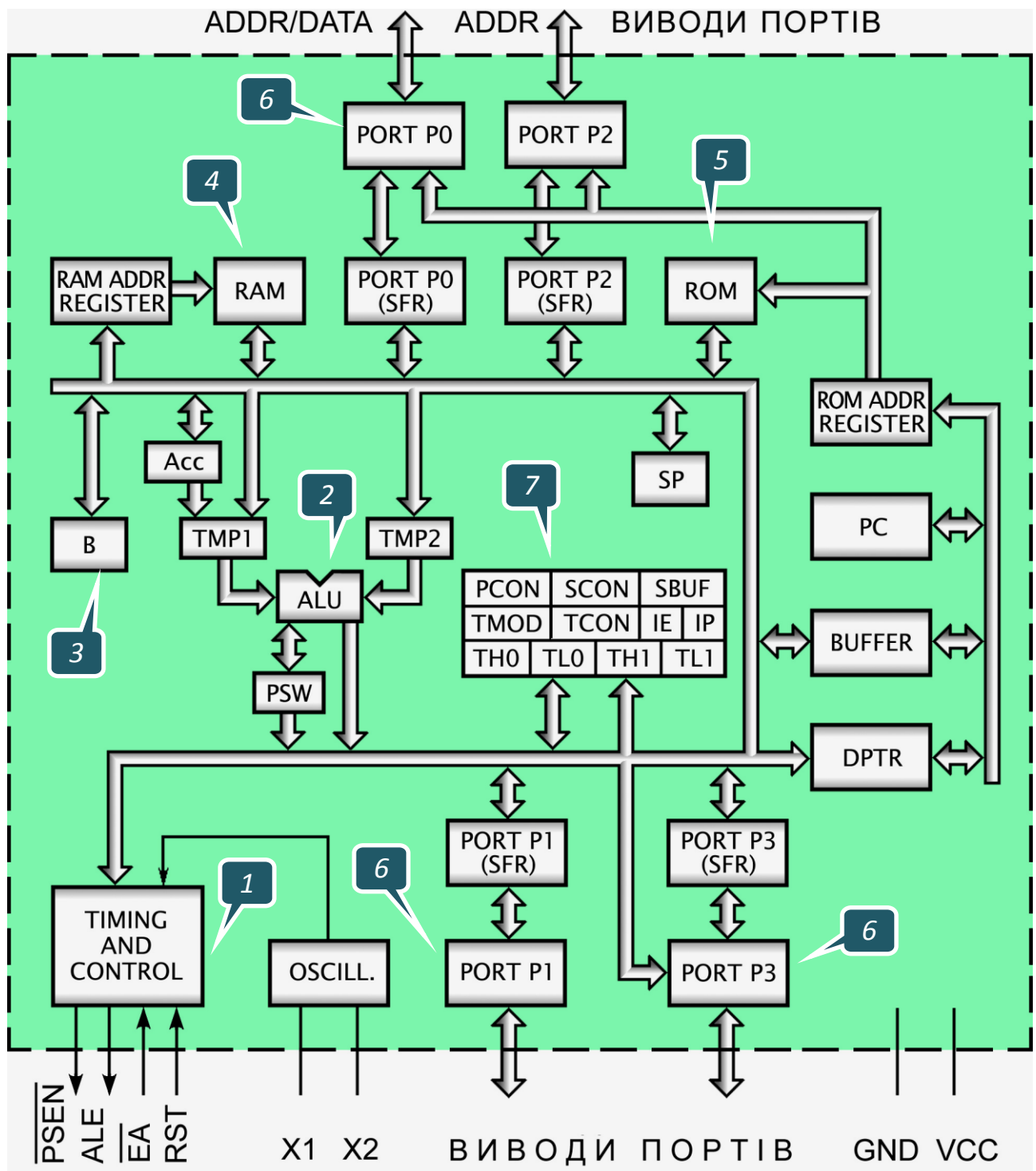


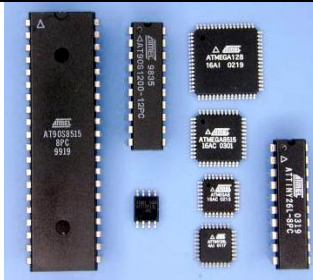
Рис. 4. Архітектура типового мікроконтролера.

Залишається додати, що кожного року у світі продаються мільярди мікроконтролерів, а середній мешканець розвинутої країни на протязі дня десятки разів має справу з мікроконтролерами, які є невід'ємною частиною сучасного технологічного навколишнього середовища.

Окрім мікропроцесорів загального призначення та мікроконтролерів на ринку пропонуються так звані сигнальні процесори, що спеціально призначені для обробки сигналів у режимі

реального часу. Вони використовуються у вимірювальних приладах, засобах зв'язку, передачі та відтворення аудіо- і відеопотоків, системах локації, космічній та військовій техніці.

Сигнальні процесори (англ.: Digital Signal Processor, DSP) характеризуються високою розрядністю і швидкодією, мають в системі команд спеціальні інструкції для реалізації типових алгоритмів обробки сигналів. Також на одному кристалі, окрім власне процесорної частини, реалізуються аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Аналого-Цифровий Перетворювач (АЦП) замінює неперервний вхідний сигнал відповідним потоком цифрових даних. Далі ці дані обробляються процесорною частиною, після чого за допомогою Цифро-Аналогового Перетворювача (ЦАП) оброблені цифрові дані знову відтворюються в аналоговий сигнал. Таким способом сигнальний процесор може поглиблювати чіткість зображення, або, навпаки розмивати його, шифрувати та дешифрувати аудіо- та відеопотоки, відтворювати на екрані віртуальну або доповнену реальність, відслідковувати об'єкти, що рухаються, навіть в умовах великих завад і неповної вхідної інформації.

ТИПИ МІКРОПРОЦЕСОРІВ			
Мікропроцесори загального призначення	Мікроконтролери	Сигнальні процесори	Інші (нейрочіпи, секціоновані та гібридні процесори)
Використовуються: для побудови персональних комп'ютерів, серверів та багатопроцесорних систем.	Використовуються: для реалізації нескладних функцій автоматизації.	Використовуються: для реалізації складних алгоритмів потокової обробки даних у режимі реального часу.	Використовуються: для реалізації унікальних експериментальних або специфічних систем.
Особливості: - висока обчислювальна продуктивність, - висока розрядність, - універсальна архітектура.	Особливості: - вбудована пам'ять програм та пам'ять даних, - бітовий процесор, - таймери, лічильники, порти, інтерфейси.	Особливості: - висока обчислювальна продуктивність, - команди для реалізації типових алгоритмів обробки сигналів, - вбудовані АЦП, ЦАП або медіа-інтерфейси.	Особливості: - побудова одного процесора на кількох мікросхемах, - комбінація кількох видів процесорів в одному виробі, - специфічна архітектура
			

Ще один тип мікропроцесорних пристроїв, що за останні 30 – 40 років зайняли свою ринкову нішу – так звані програмовані логічні контролери.

Програмований Логічний Контролер (ПЛК; англ.: Programmable Logic Controller або PLC) – це спеціалізована мікропроцесорна система, що використовується для автоматизації технологічних процесів та загальнопромислових установок і комплексів (конвеєрів, рольгангів, підйомних кранів, подрібнювачів, млинів, класифікаторів, змішувачів, пакувальників, робототехнічних та гнучких виробничих комплексів, тощо).

Тобто, основна сфера застосування ПЛК – це сфера промислового виробництва. Проте вони також використовуються для автоматизації будівель (контроль доступу до приміщення, керування освітленням, обігрівом, вентиляцією та кондиціонуванням повітря, керування ліфтами, ескалаторами, тощо). Також ПЛК можуть бути застосовані для створення мікроклімату в тепличному господарстві, на птицефабриках, тваринницьких фермах.

Зазвичай ПЛК – це одноплатний міні-комп'ютер, що побудований на основі однокристального мікроконтролера та розташований у корпусі стандартних розмірів (розміром із цеглину). Також існують модульні контролери (рис. 5). До входів ПЛК можна приєднати кнопки, контакти джойстика, перемикачі (тобто органи керування), датчики та виконавчі механізми (двигуни, лампи, нагрівальні елементи, клапани, вентилі, актуатори, тощо). ПЛК циклічно опитує вхідні сигнали (органи керування та датчики), виконує програму користувача (перераховує значення змінних) та видає отримані вихідні значення на виконавчі механізми. Тобто ПЛК циклічно, раз за разом виконує одну й ту ж саму програму (програму користувача).



Рис. 5. Програмовані логічні контролери.

Окрім апаратної уніфікації (використання стандартних розмірів, рівнів напруг, видів сигналів), проривному поширенню ПЛК сприяло й те, що для них були створені інтуїтивні «загальноінженерні» мови програмування. Тепер для розробки програми користувача не обов'язково запрошувати програміста високого класу. З цим може впоратися (іноді – й краще) і технолог, і електрик, і хімік, і, звичайно, спеціаліст з автоматизації. А у випадку складних задач ці мови програмування стирають грань непорозуміння між програмістом та інженером. Вони однаково зрозумілі і замовнику (інженеру) і виконавцю (програмісту).

Таких мов програмування – 6 (5 стандартизованих), причому 4 з них – візуальні (тобто програма вводиться не у вигляді тексту, а як набір графічних елементів (блоків), що поєднані один з іншим (рис. 6).

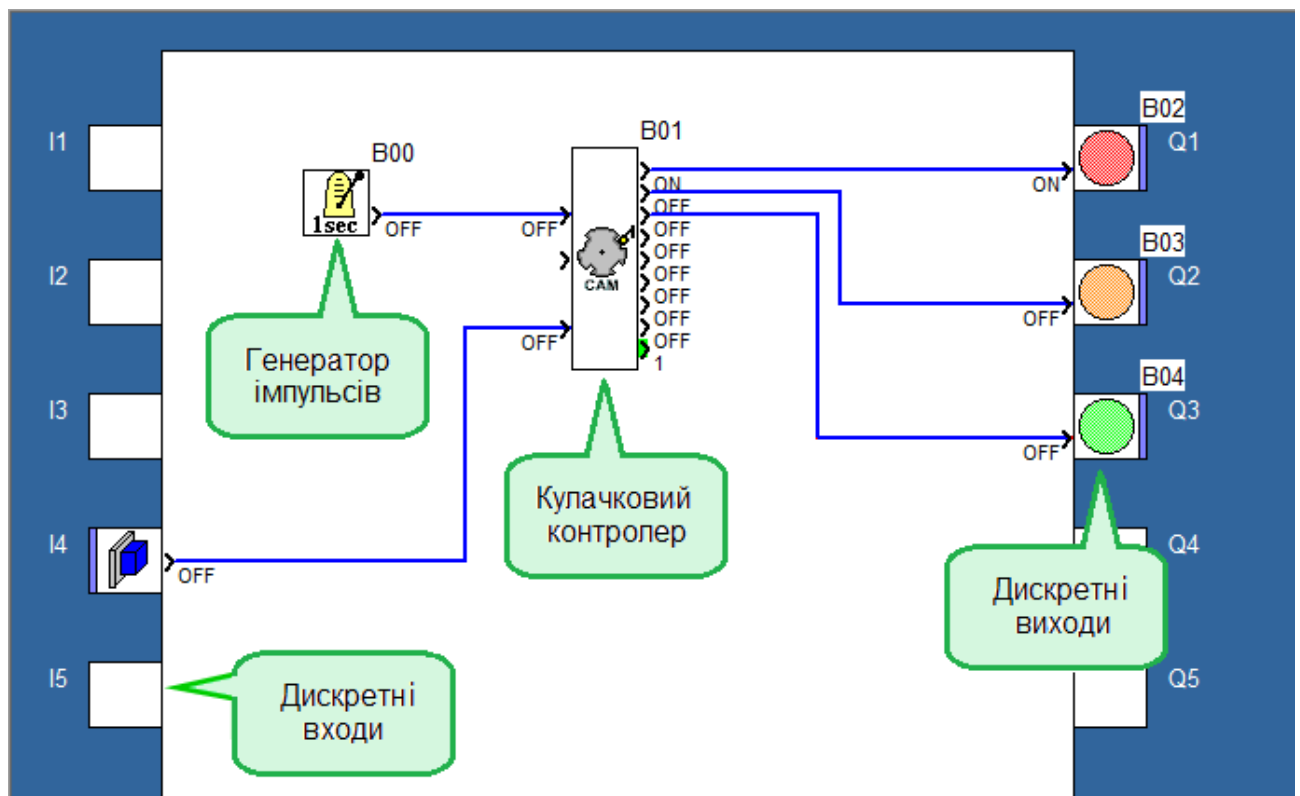


Рис. 6. Приклад програми для ПЛК (анімація).

Зазвичай один й той самий контролер можна програмувати кількома мовами на вибір користувача. Для цього існують інструментальні програмні комплекси, які дозволяють не тільки розробити програму, а й налагодити її за допомогою програмної моделі контролера («на стимуляторі») або в режимі моніторингу (коли програму користувача виконує реальний контролер, а на дисплеї комп'ютера можна спостерігати за його роботою).

Апаратна та програмна уніфікація ПЛК дає можливість легко переходити на контролери іншого виробника, переносити програми з однієї системи на іншу. Це підвищує гнучкість систем автоматизації, сприяє конкурентному інноваційному розвитку ринку.

Докладно вивчити роботу мікропроцесорних систем, навчитися розробляти та програмувати прикладні міні-комп'ютери та програмовані логічні контролери для задач автоматизації можна на [кафедрі електропривода](#) Національного гірничого університету.