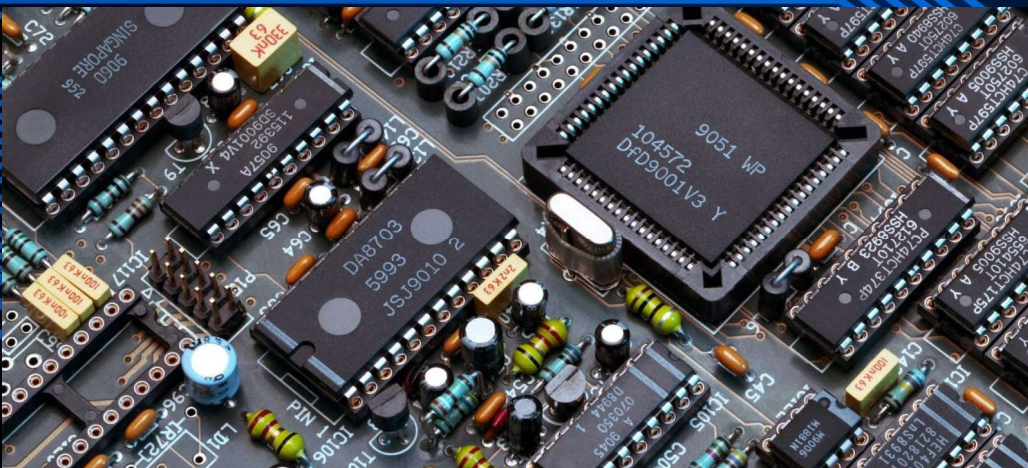


Безпека інтернет речей

Лекція №3



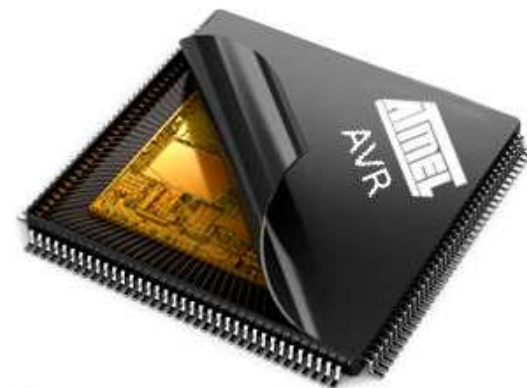
Лекцію проводить:
доц. Лимаренко Вячеслав Володимирович
к.т. 066-0708586



Мікроконтролери сімейства AVR

AVR мікроконтролери, вироблені фірмою ATMEL – це сімейство 8-бітних і більше нових 32-бітних мікроконтролерів з архітектурою RISC, які поєднують у собі обчислювальне ядро, Flash-пам'ять та різноманітну периферію (аналогові та цифрові входи та виходи, інтерфейси тощо) в одному кристалі.

що таке ATMEL AVR мікросхема



Дане RISC-ядро було розроблено двома студентами з міста Тронхейма (Норвегія) – Альф Боген (Alf-Egil Bogen) та Вегард Воллен (Vegard Wollen). У 1995-му році вони запропонували корпорації ATMEL випуск нових 8-бітних мікроконтролерів. Першим МК у серії був AT90S8515, проте першим МК на ринку, став AT90S1200. Це сталося у 1997 р.

Весь клас мікроконтролерів поділений на сімейства:

- ☐ tinyAVR (наприклад: ATtiny13, ATtiny88, ATtiny167) – початковий клас, мініатюрні чіпи, мало пам'яті та портів, базова периферія;
- ☐ megaAVR (наприклад: ATmega8, ATmega48, ATmega2561) – середній клас, більше пам'яті та портів, різноманітніша периферія;
- ☐ XMEGA AVR (наприклад: ATxmega256A3U, ATxmega256A3B) – старший клас, багато ресурсів, хороша продуктивність, підтримка USB, покращена безпека;
- ☐ 32-bit AVR UC3 (наприклад: AT32UC3L016, ATUC256L4U) – нові високопродуктивні 32-бітні мікроконтролери, що підтримують багато технологій та інтерфейсів серед яких USB, Ethernet MAC, SDRAM, NAND Flash та інші.

Мікроконтролери AVR мають систему команд, яка налічує від 90 до 133 команд залежно від моделі мікроконтролера. Для порівняння: PIC-мікроконтролери містять від 35 до 83 команд, залежно від сімейства.

Більшість команд добре оптимізовані та виконуються за один такт, що дозволяє отримати хорошу продуктивність при невеликих витратах ресурсів та енергії.

Мікроконтролери сімейства AVR

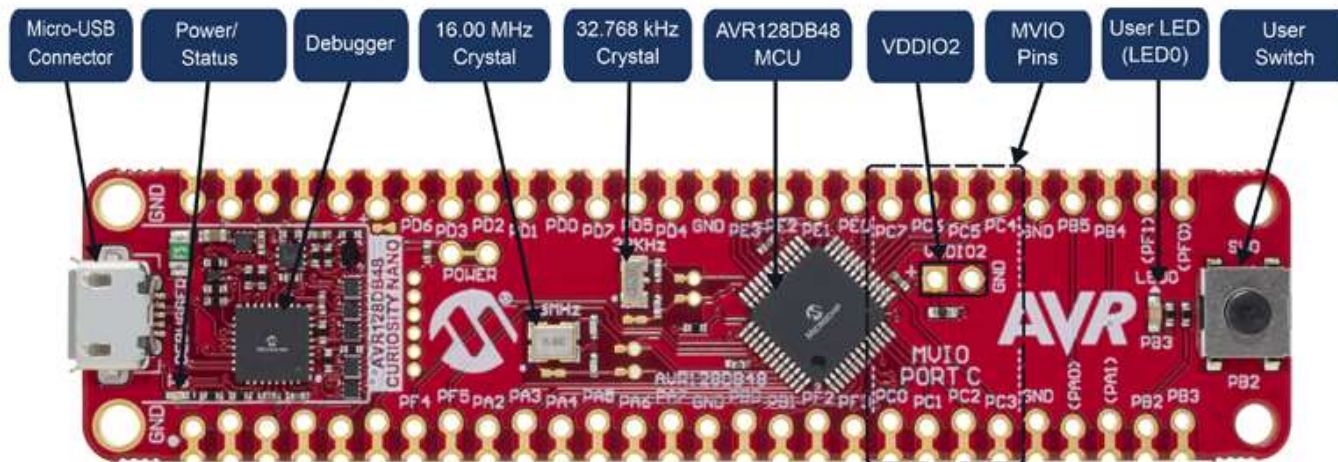
У даний час Atmel була приєднана до Microchip.

На початку 2020 року Microchip анонсував три серії мікроконтролерів, що належать до нової лінійки AVR:

- ❑ AVR-DA складається з 11 пристроїв з об'ємом пам'яті від 32 до 128 кб у корпусах з 28...64 виходів;
- ❑ AVR-DB складається з 11 пристроїв з об'ємом пам'яті від 32 до 128 кб у корпусах з 28...64 виходів;
- ❑ AVR-DD складається з 12 пристроїв з об'ємом пам'яті від 16 до 64 кб у корпусах з 14...32 виходів.

Разом з назвою лінійки змінилося і позначення пристроїв. Маркування тепер має вигляд «AVRXXYYZZ», де:

- XX – обсяг пам'яті у кілобайтах;
- YY – сімейство;
- ZZ – кількість виводів корпусу.



Налагоджувальна плата AVR128DB48 Curiosity Nano Evaluation kit

Основні параметри деяких мікроконтролерів сімейства AVR

Мікроконтролер	Пам'ять FLASH	Пам'ять ОЗП	Пам'ять EEPROM	Порти вводу/виводу	U живлення	Частота
ATmega48	4	512	256	23	2,7-5,5	0-10-20
ATmega48V	4	512	256	23	1,8-4,8-5,5	0-4-10
ATmega8515	8	512	512	35	4,5-5,5	0-16
ATmega8515L	8	512	512	35	2,7-5,5	0-8
ATmega8535	8	512	512	32	4,5-5,5	0-16
ATmega8535L	8	512	512	32	2,7-5,5	0-8
ATmega8	8	1K	512	23	4,5-5,5	0-16
ATmega8L	8	1K	512	23	2,7-5,5	0-8
ATmega88	8	1K	512	23	2,7-5,5	0-10-20
ATmega88V	8	1K	512	23	4,5-5,5	0-4-10
ATmega16	16	1K	512	32	4,5-5,5	0-16
ATmega16L	16	1K	512	32	2,7-5,5	0-8
ATmega32	32	2K	1K	32	4,0-5,5	0-16
ATmega32L	32	2K	1K	32	2,7-5,5	0-8

Додаткові параметри МК AVR mega:

Робоча температура: -55...+125*С

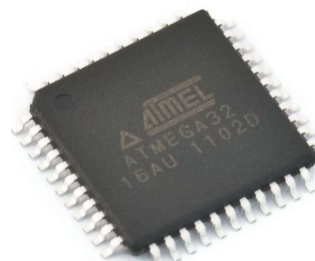
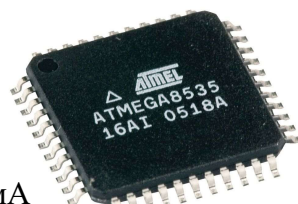
Температура зберігання: -65 ... +150 * С

Напруга на виводі RESET щодо GND: max 13В

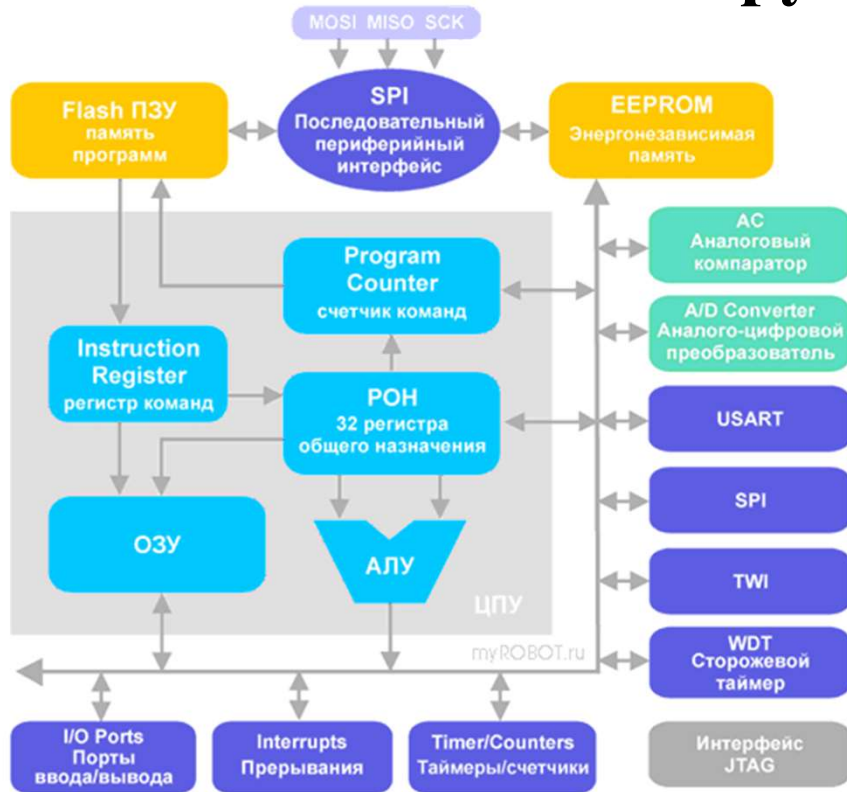
Максимальна напруга живлення: 6.0В

Максимальний струм лінії введення/виводу: 40мА

Максимальний струм по лінії живлення VCC та GND: 200мА



Загальна структура AVR мікроконтролерів



АЛП – арифметико-логічний пристрій. Потрібен для виконання обчислення.

Регістри загального призначення (РЗП) – реєстри які можуть приймати дані та зберігати їх у той час, поки мікроконтролер підключений до живлення, після перезавантаження стираються. Служать як тимчасові осередки для операцій із даними.

Переривання – щось на кшталт події що виникає з внутрішніх чи зовнішнім впливам на мікроконтролер – переповнення таймера, зовнішнє переривання з піна МК тощо.

JTAG – інтерфейс для внутрішньосхемного програмування без зняття мікроконтролера із плати.

Flash, ОЗП, EEPROM – види пам'яті – програм, тимчасових робочих даних, довгострокового зберігання незалежно від подачі живлення до мікроконтролера відповідно до порядку в назвах.

Таймери та лічильники – найважливіші вузли у мікроконтролері, у деяких моделях їх кількість може бути до десятка. Потрібні для того, щоб вичитувати кількість тактів, відповідно, часові відрізки, а лічильники збільшують своє значення по будь-якій з подій.

Їх робота та її режим залежить від програми, проте виконуються ці події апаратно, тобто, паралельно основному тексту програми можуть викликати переривання (по переповненню таймера, як варіант) на будь-якому етапі виконання коду, на будь-якому його рядку.

A/D (Analog/Digital) – АЦП, аналого-цифровий перетворювач.

WatchDogTime (Вартовий таймер) – незалежний від мікроконтролера і навіть його тактового генератора RC-генератор, який відраховує певний проміжок часу та формує сигнал скидання МК, якщо той працював, і пробудження – якщо той був у режимі сну (енергозбереження). Його роботу можна заборонити, встановивши біт WDTE 0.

Система команд мікроконтролерів AVR

Система команд мікроконтролерів AVR дуже розвинена і налічує у різних моделях від 90 до 133 різних інструкцій.

Більшість команд займає лише 1 осередок пам'яті (16 біт).

Більшість команд виконується за один такт.

Усю множину команд мікроконтролерів AVR можна розбити на кілька груп:

- команди логічних операцій;
- команди арифметичних операцій та команди зсуву;
- команди операції з бітами;
- команди пересилання даних;
- команди передачі управління;
- команди управління системою.

Управління периферійними пристроями здійснюється через адресний простір даних. Для зручності є «скорочені команди» IN/OUT.

Короткі характеристики вбудованої периферії МК

МК AVR мають розвинену периферію, багатофункціональні, двонаправлені порти введення-виводу з вбудованими резисторами, що підтягують. Конфігурація портів введення-виводу задається програмно.

Як джерело тактових імпульсів може бути обраний:

- кварцовий резонатор;
- зовнішній тактовий сигнал;
- внутрішній RC-генератор (частота 1, 2, 4, 8 МГц).

Внутрішня флеш-пам'ять команд до 256 Кб (щонайменше 10 000 циклів перезапису).

Налагодження програм здійснюється за допомогою інтерфейсів JTAG або debugWIRE.

Внутрішнє EEPROM даних до 4 Кб (100000 циклів).

Внутрішній SRAM до 8 Кб, час доступу 1 такт.

Зовнішня пам'ять об'ємом до 64 Кб (Mega8515 та Mega162).

Таймери з розрядністю 8, 16 біт.

ШІМ (PWM) 8-, 9-, 10-, 16-бітний.

Аналогові компаратори.

АЦП (ADC) з диференціальними входами, розрядність 10 біт (12 для XMEGA AVR): програмований коефіцієнт посилення перед АЦП 1, 10 та 200; опорна напруга 2,56 В.

Різні послідовні інтерфейси, включаючи:

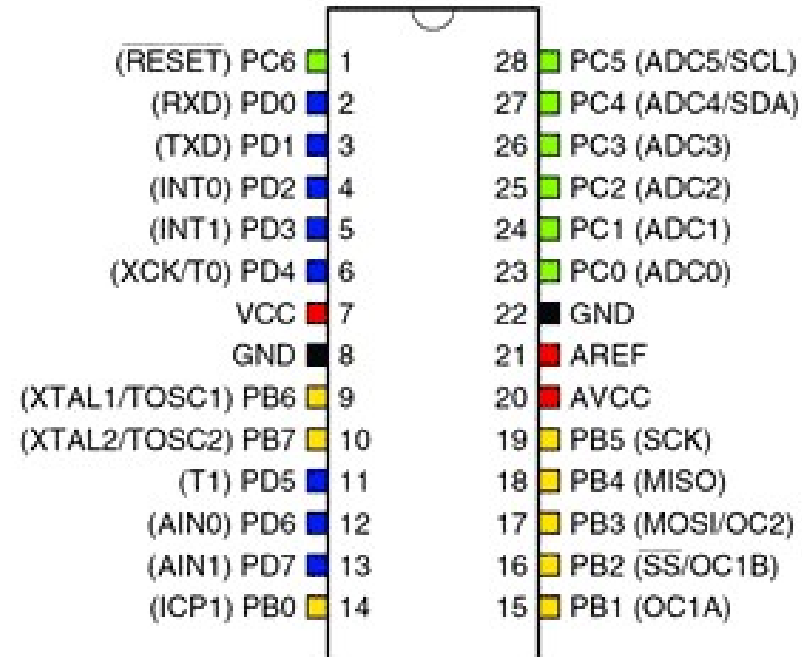
- двопровідний інтерфейс TWI, сумісний з I²C;
- універсальний синхронно/асинхронний приймач UART/USART;
- синхронний послідовний порт Serial Peripheral Interface (SPI).

Внутрішньосхемне програмування ISP

Багато сучасних МК мають можливість внутрішньосхемного програмування ISP, тобто, якщо МК встановлено на плату, то для того, щоб змінити прошивку не потрібно випаювати його з плати.

Для програмування використовується 6 виходів:

- 1) RESET – вхід МК;
- 2) VCC – плюс живлення, 3-5В, залежить від МК;
- 3) GND – загальний провід, мінус живлення;
- 4) MOSI – вхід МК (інформаційний сигнал МК);
- 5) MISO – вихід МК (інформаційний сигнал МК);
- 6) SCK – вхід МК (тактовий сигнал МК).

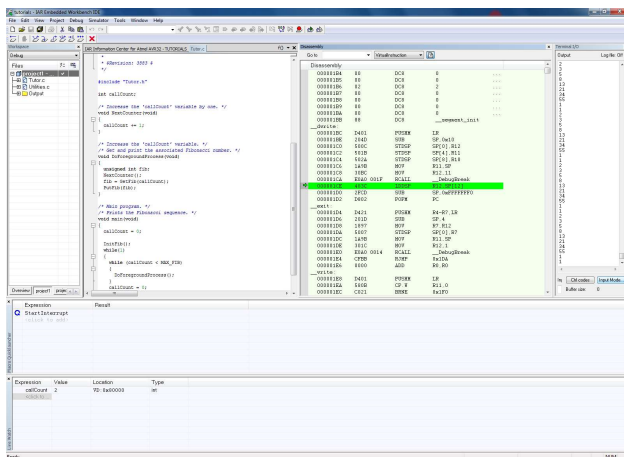


Призначення виходів МК

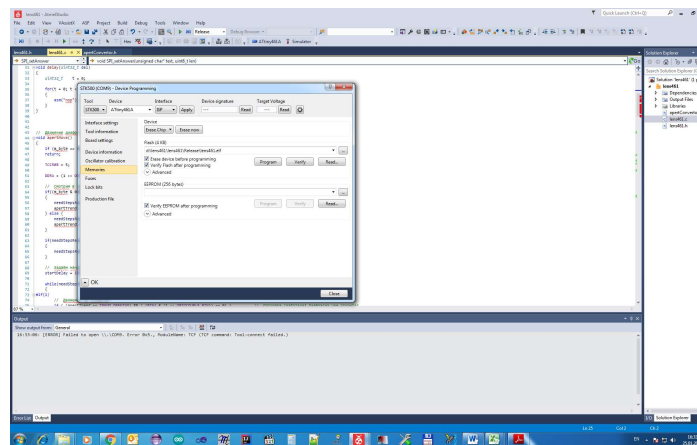
У чому можна написати програми?

Для написання та завантаження програми потрібно IDE – середовище для розробки.

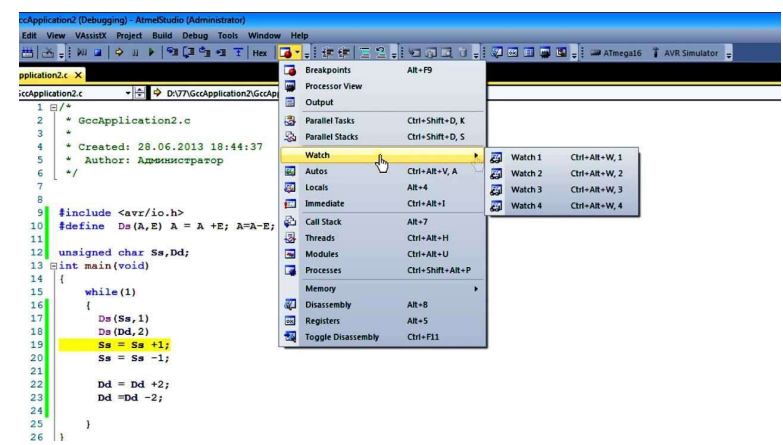
- можна писати код в блокноті, пропускати через компілятори і т.д.(можна, але не потрібно!);
- IAR Embedded Workbench (платний);
- офіційне IDE від Atmel – Atmel Studio (зараз – Microchip Studio);
- C AVR;
- MPLAB X IDE;
- Atmel START.



IAR Embedded Workbench



Atmel Studio



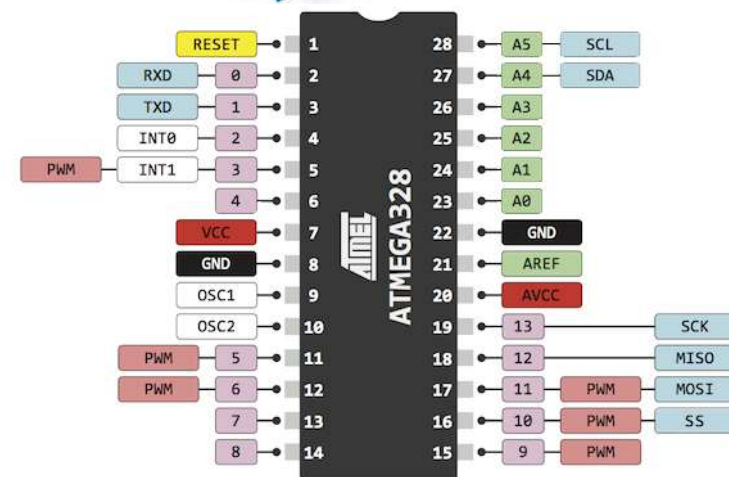
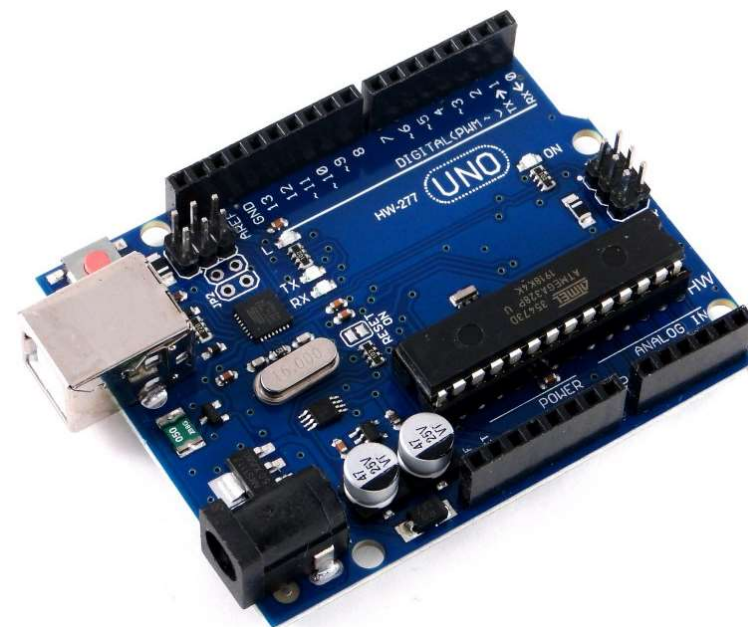
C AVR

Налагоджувальна плата Arduino Uno R3 з МК ATmega328

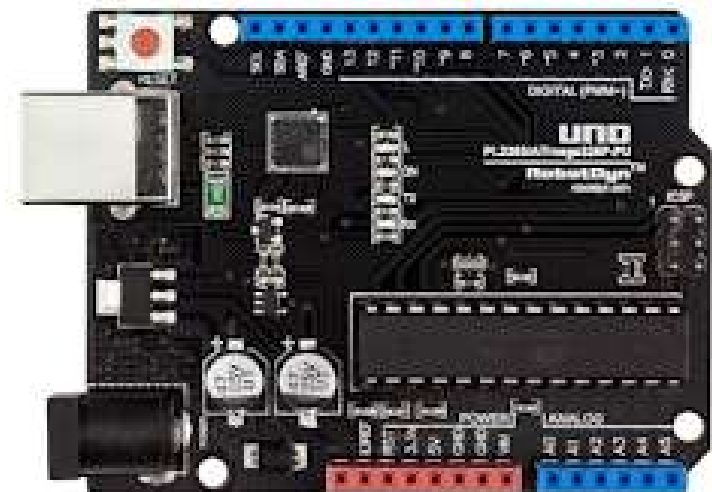
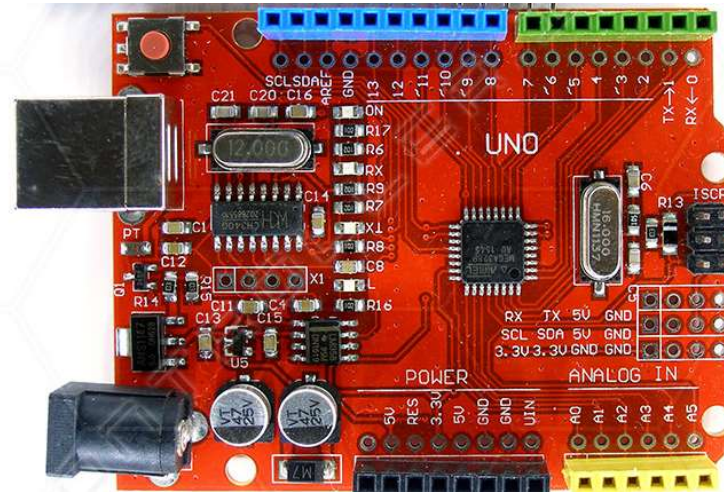
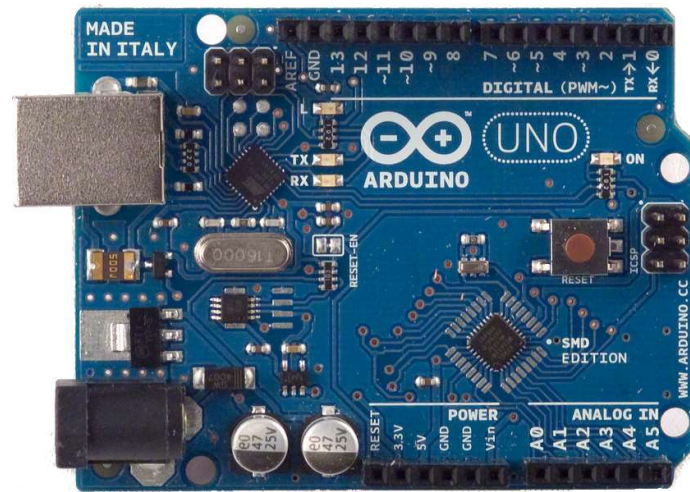
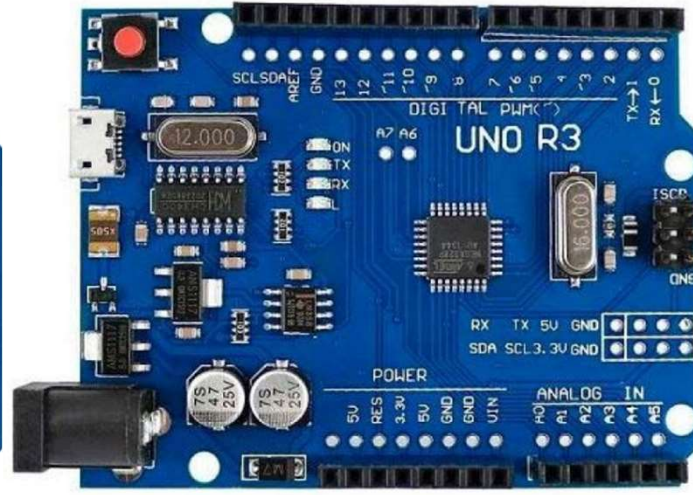
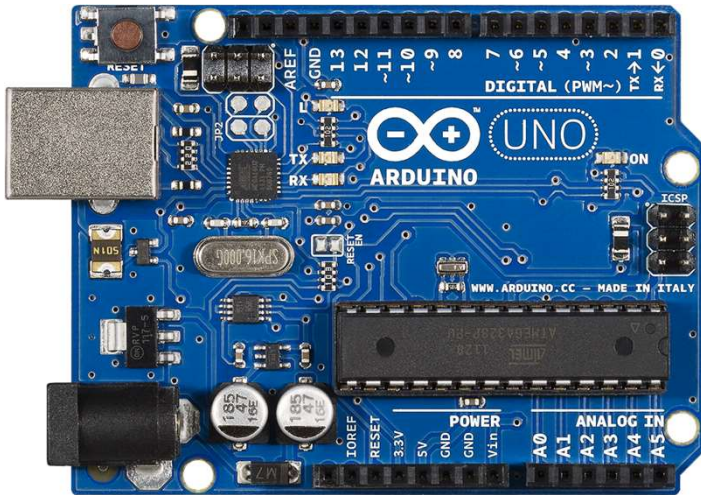
Arduino Uno – це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного програмування (ICSP) та кнопка скидання. Для початку роботи з пристроєм досить просто подати живлення від AC/DC-адаптера або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. Uno як перетворювач інтерфейсів USB-UART використовує мікроконтролер ATmega16U2 (ATmega8U2 до версії R2) замість мікросхеми FTDI.

Характеристики:

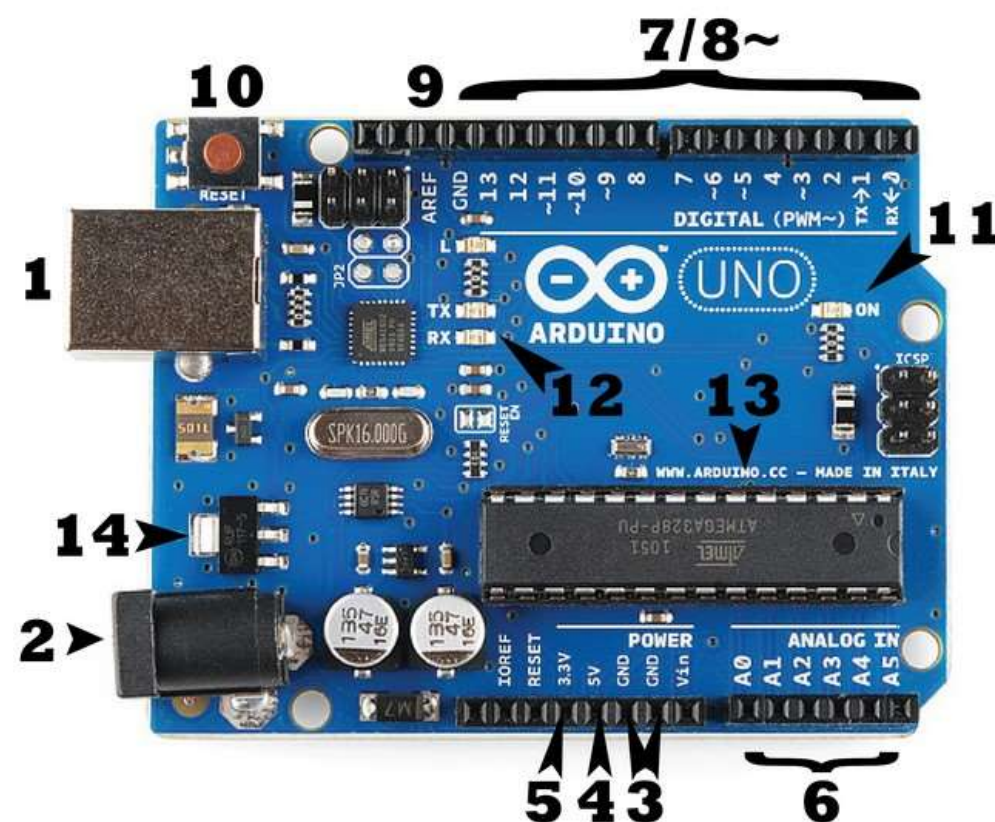
- мікроконтролер ATmega328;
- робоча напруга 5В;
- напруга живлення (рекомендована) 7-12В;
- напруга живлення (гранична) 6-20В;
- цифрові входи/виходи 14 (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи);
- аналогові входи 6;
- максимальний струм одного виводу 40 мА;
- максимальний вихідний струм виведення 3.3V 50 мА;
- Flash-пам'ять 32 КБ (ATmega328), з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем;
- SRAM 2 КБ (ATmega328);
- EEPROM 1 КБ (ATmega328);
- тактова частота 16 МГц.



Все це Arduino Uno R3

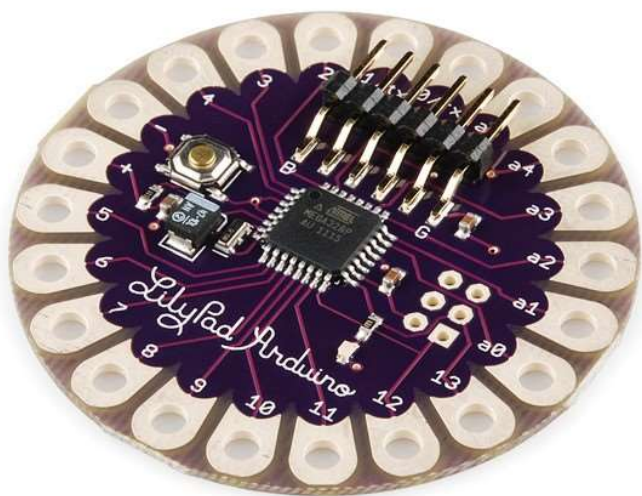


Склад налагоджувальної плати Arduino Uno R3 з МК ATmega328

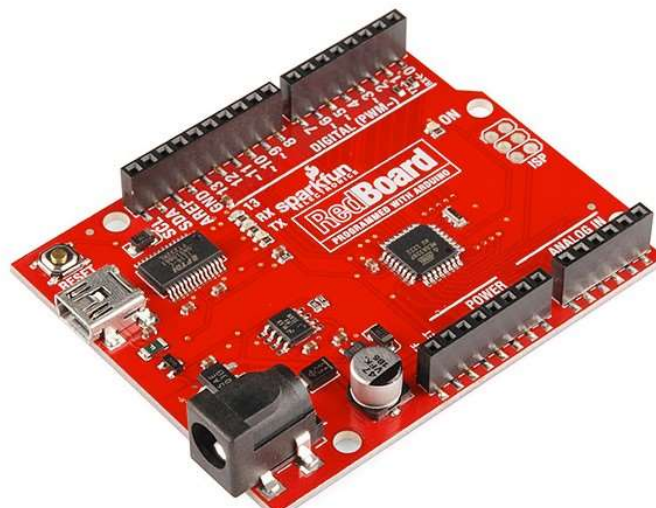


- 1 Роз'єм USB;
- 2 Гніздо для зовнішнього джерела живлення;
- 3 Роз'єм (пін) GND (земля);
- 4-5 Роз'єми (піни) 5V та 3.3V;
- 6 Рознімання (піни) Analog (аналоговий сигнал);
- 7 Рознімання (піни) Digital (цифровий сигнал);
- 8 Роз'єм (пін) PWM (режим ШІМ-модуляції);
- 9 Роз'єм (пін) AREF (встановлення максимального значення напруги на аналогових входах (від 0 до 5 вольт));
- 10 Кнопка скидання (Reset Button);
- 11 Світлодіод «on»;
- 12 Світлодіоди TX (transmit, передача) та RX (receive, прийом);
- 13 Мікроконтролер (ATmega від компанії ATMEL);
- 14 Регулятор напруги.

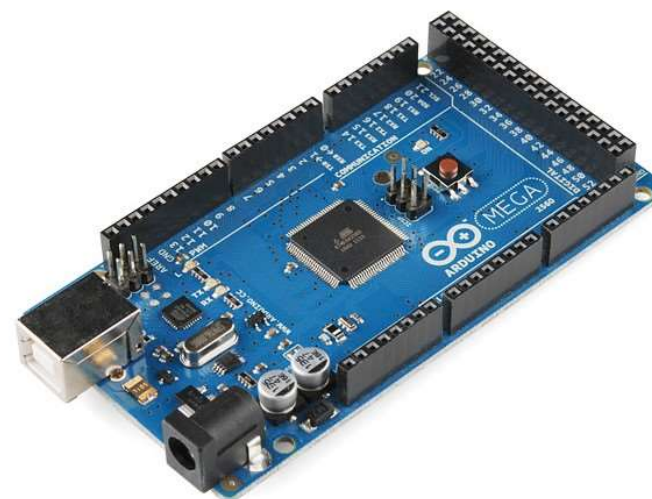
Види плат Arduino



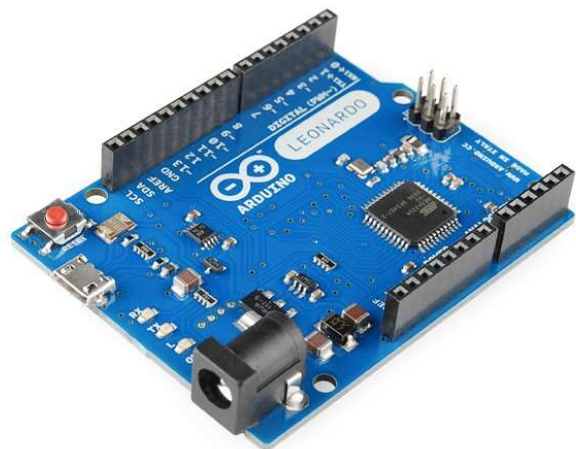
LilyPad Arduino



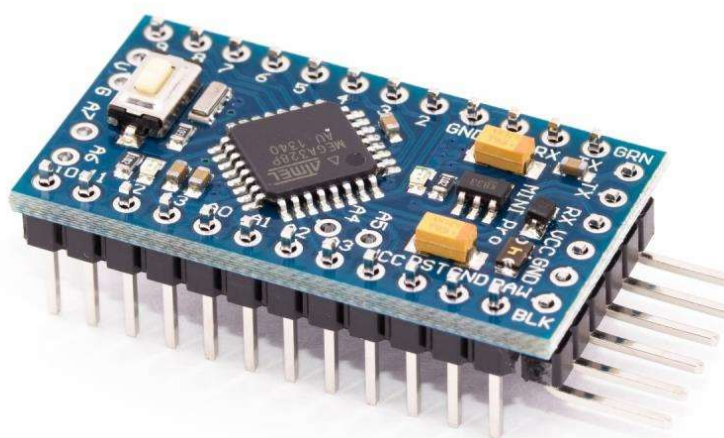
RedBoard



Arduino Mega (R3)



Arduino Leonardo

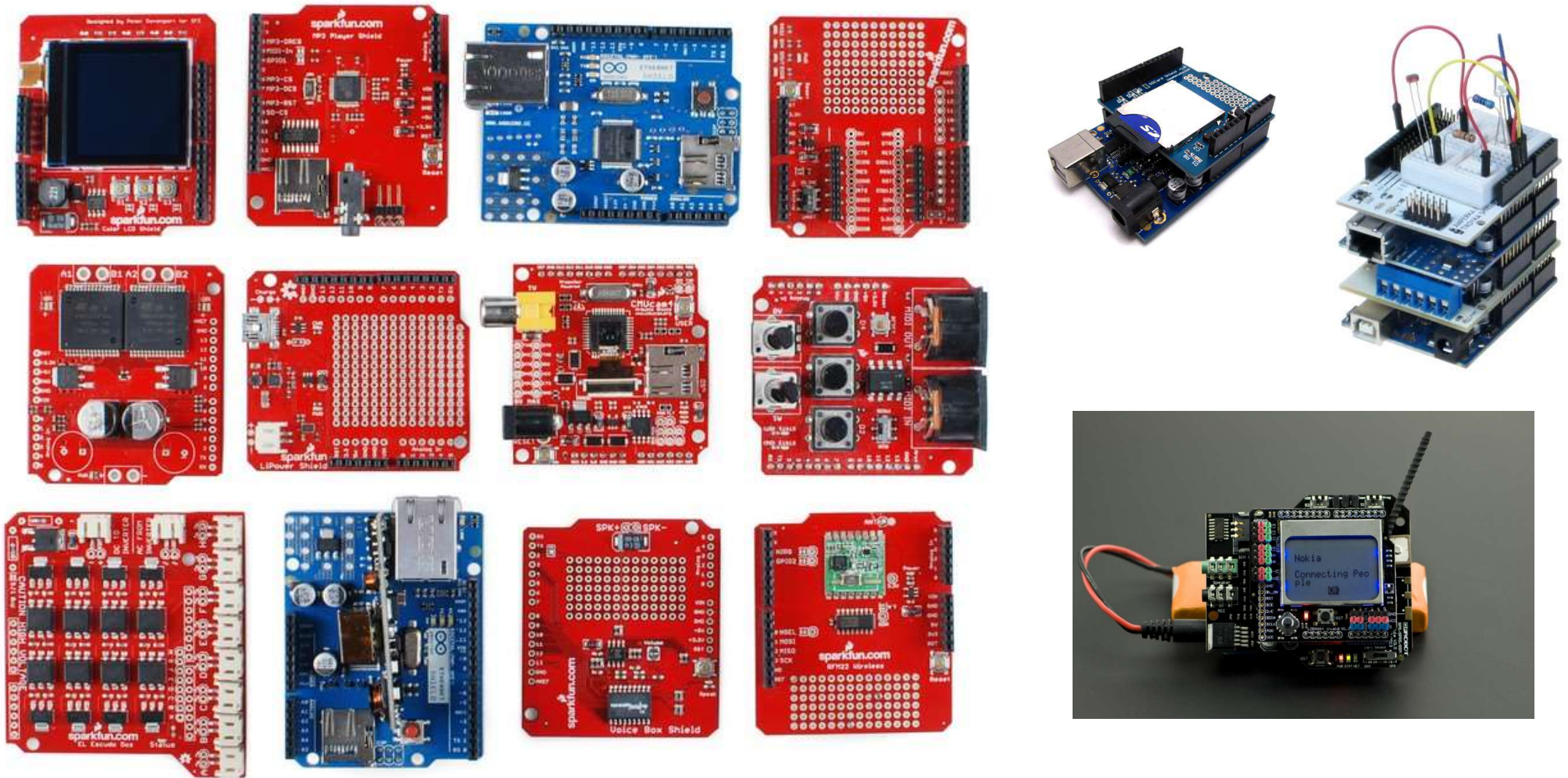


Arduino Pro Mini

Давачі (сенсори)



Шилди (Shields) для Arduino



Вивчати мікроконтролери тільки в теорії — це, як вчитися плавати по книжці, все нібито зрозуміло, але в воді тонеш.

До зустрічі на лабораторних роботах.

Лекцію закінчено
Дякую за увагу

