

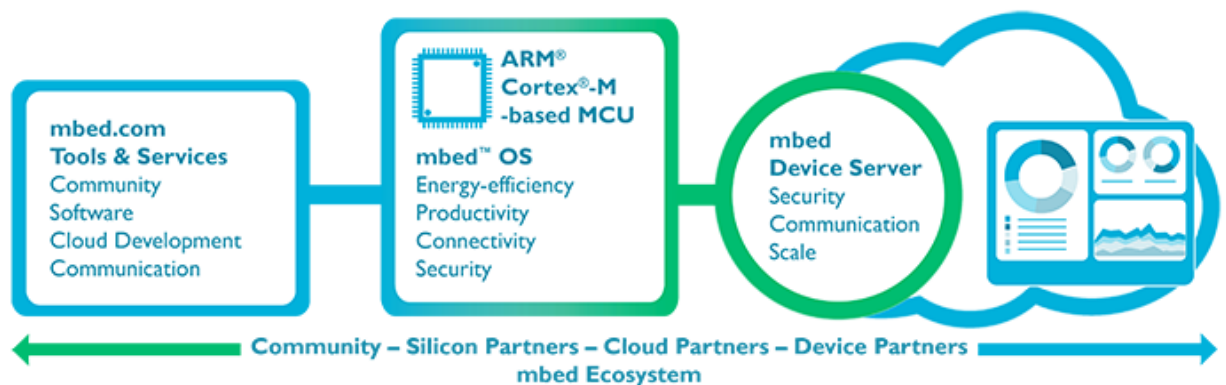
mbed Tutorial 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

Nội dung trình bày:

- Giới thiệu hành trình của những ARM mbed OS;
- Giới thiệu bộ mạch VBLUno của VNG IoT Lab;
- Giới thiệu công cụ nạp, debug chương trình BLE CMSIS-DAP Interface (DAPLink interface) của VNG IoT Lab;
- Hướng dẫn phát triển ứng dụng cho mạch VBLUno với trình biên dịch mbed Online Compiler.

1. Giới thiệu hệ điều hành những ARM mbed OS

Khi xây dựng một hệ thống Internet of Things (IoT), việc lựa chọn platform thiết kế và xây dựng hệ thống là một sự quan trọng. ARM Inc là công ty sản xuất chip vi xử lý khi ARM nổi tiếng, cũng đang rất nổi trong hệ thống những và thị trường di động. Với lợi thế của nhà thiết kế chip, hãng cung cấp một nền tảng hoàn chỉnh phát triển hệ thống IoT với tên gọi **ARM mbed IoT Device Platform**.



ARM mbed IoT Device Platform

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

Thành phần quan trọng của ARM mbed IoT Device Platform chính là hệ điều hành nhúng **mbed OS** cho các vi xử lý khi nhúng Arm Cortex-M. mbed-OS cung cấp những đánh giá là hệ điều hành nhúng rất phù hợp phát triển hệ thống IoT với các tính năng cơ bản như: tính an ninh, giao diện kết nối, có RTOS, nhiều thư viện cho các loại cảm biến và ngoại vi phổ biến và đặc biệt nó là open-source. Chúng ta cùng xem xét một số tính năng cơ bản của mbed OS.

• *Tính năng và lợi thế của mbed OS*

Hỗ trợ nhiều thiết bị	<ul style="list-style-type: none">- mbed OS hỗ trợ nhiều loại chip ARM Cortex của các hãng sản xuất khác nhau (từ ARM Cortex M0 đến ARM Cortex M4).- Hỗ trợ nạp chương trình cho chip bằng cách kéo thả (drag and drop programming) đơn giản, nhanh chóng
Thực thi phần mềm theo thời gian thực	<ul style="list-style-type: none">- Việc triển khai RTOS dựa trên CMSIS-RTOS RTX, mbed OS hỗ trợ multithread.
Mã nguồn mở	<ul style="list-style-type: none">- Được phát hành với giấy phép Apache 2.0, có thể sử dụng mbed OS với các dự án cá nhân hoặc thương mại
Dễ dàng sử dụng	<ul style="list-style-type: none">- Cấu trúc thư viện đơn giản- mbed OS API: clean, portable, simple, whilst taking advantage of security and communications.- Nhiều ví dụ minh họa
Cộng đồng hỗ trợ tốt	<ul style="list-style-type: none">- Trên 50 tác giả và hàng trăm ngàn nhà phát triển trên toàn thế giới- Cộng đồng hỗ trợ tích cực trên trang mbed.org và

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

github.com

End to End Security

m b o an ninh t i ph n c ng, ph n m m, quá trình truy n thông :

- **Hardware Enforced Security** At the lowest level of mbed OS, we use a supervisory kernel called uVisor to create isolated security domains which restrict access to memory and peripherals.
- **Communications Security** We take SSL and TLS, the standard protocols for securing communications on the internet, and allow you to include them in your mbed project with a simple API.

Drivers và thư viện hỗ trợ

- H tr y các ngo i vi chu n c a m t MCU nh : digital IO, analog IO, interrupts, port and bus IO, PWM, I2C, SPI và serial.
- Các th vi n C c a m i toolchain c h tr c ng c tích h p vào mbed OS

• Các giao diện kết nối được mbedOS hỗ trợ



Bluetooth LE



Wi-Fi



6LoWPAN Sub-GHz Mesh



NFC



Thread



LoRa LPWAN



RFID



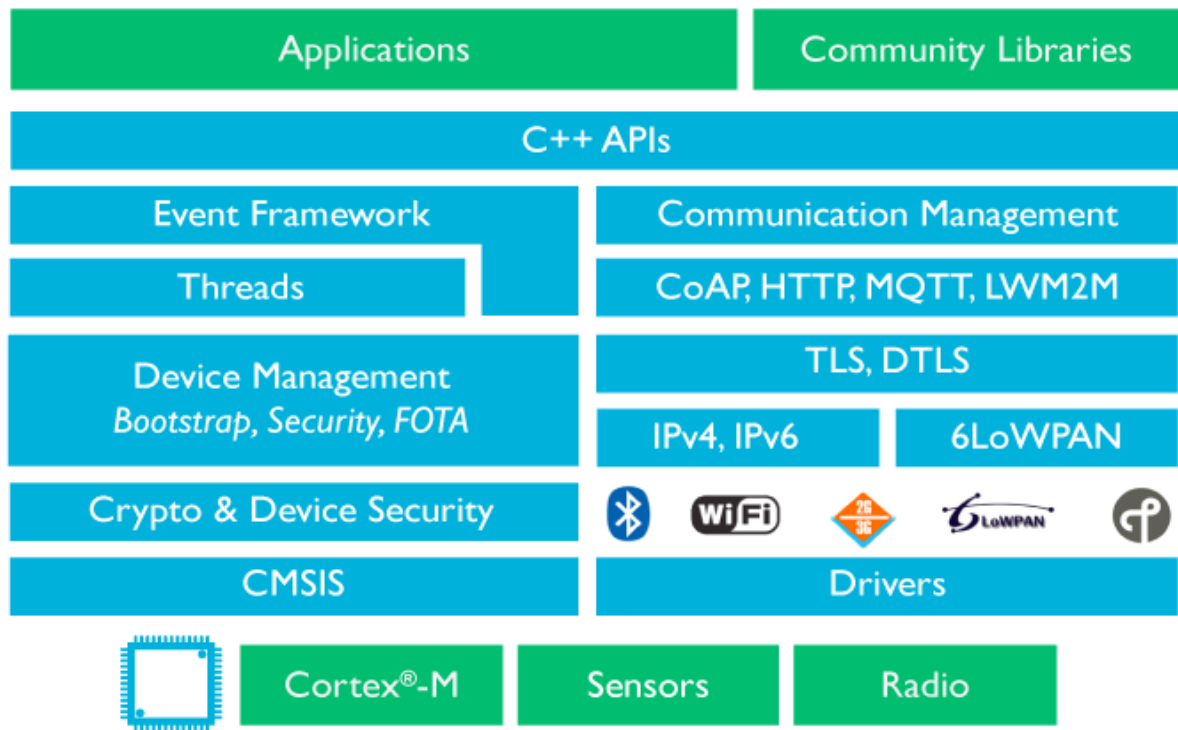
Ethernet



Cellular

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

- Kiến trúc của mbed OS**



- Các ứng dụng cơ bản của mbed OS**

	BLE Beacon	WiFi Appliance	Thread Device	Sub-GHz Mesh	LoRa Sensor
Key mbed OS Components	RTOS, Drivers, BLE	RTOS, Drivers, TLS, Client	RTOS, Thread, TLS, Client	RTOS, 6LoWPAN Mesh, TLS, Client	RTOS Drivers, LoRa Library
Hardware Components	Cortex-M0 with BLE radio	Cortex-M3 with WiFi Network Co-processor	Cortex-M4 with 2.4 GHz 802.15.4 and Crypto	Cortex-M3 with 802.15.4 Transceiver	Cortex-M0 with LoRa Transceiver

- Các trang web hữu ích để tìm hiểu về mbed-OS**

<https://www.mbed.com/en/platform>

<https://www.mbed.com/en/platform/mbed-os/>

<https://docs.mbed.com/>

<https://developer.mbed.org/>

<https://github.com/ARMmbed/mbed-os>

2. Giới thiệu bo mạch VBLUno của VNG IoTLab

* *Bo mạch VBLUno để làm gì?*

VBLUno (VNGIoTlab BLE Uno) là mô-đun Bluetooth Low Energy (BLE) có thiết kế mở rộng theo pinout tương thích chuẩn Arduino Uno, có thể mở rộng và tích hợp giúp cho các lập trình viên dễ dàng tiếp cận công nghệ BLE và phát triển các sản phẩm ứng dụng trong Internet of Things (IoT).

Điểm nổi bật của bo mạch VBLUno là mô-đun BLE có các kết nối của VNGIoTlab tự nghiên cứu và thiết kế. Đây cũng là mô-đun đã và đang được sử dụng trong nhiều sản phẩm thương mại của VNG như CSM Router, Gateway,... Mô-đun BLE sử dụng chip nRF51822 của hãng Nordic Semiconductor, với nhân ARM Cortex-M0 32bit hỗ trợ chuẩn giao tiếp Bluetooth Smart (BLE). Bên cạnh các chuẩn truyền thông như 6LoWPAN, Zigbee, ..., BLE cũng xem là chuẩn truyền thông có khả năng phù hợp dành cho IoT, với các ứng dụng truyền thông không dây cách xa và đặc biệt là tiêu thụ năng lượng cực thấp, thân thiện với môi trường sống. Ví dụ như các hệ thống tòa nhà thông minh, vận tải thông minh, cửa hàng thông minh, quản lý trạm, quản lý nhân viên, ...

Vì tình thế chia sẻ và mong muốn công nghệ IoT Việt Nam có thể tiếp cận công nghệ BLE một cách dễ dàng nhất, VBLUno cũng công bố miễn phí mã nguồn mở, tất cả phần cứng, các mã nguồn chương trình ví dụ, mã nguồn bootloader, mã nguồn công cụ upload, tài liệu hướng dẫn... Các bạn có thể dễ dàng tham khảo công nghệ tùy biến.

VBLUno hỗ trợ nhiều môi trường phát triển như mbed OS, Arduino IDE,... *Bài viết này tập trung hướng dẫn phát triển ứng dụng với hệ điều hành nhúng mbed OS.*

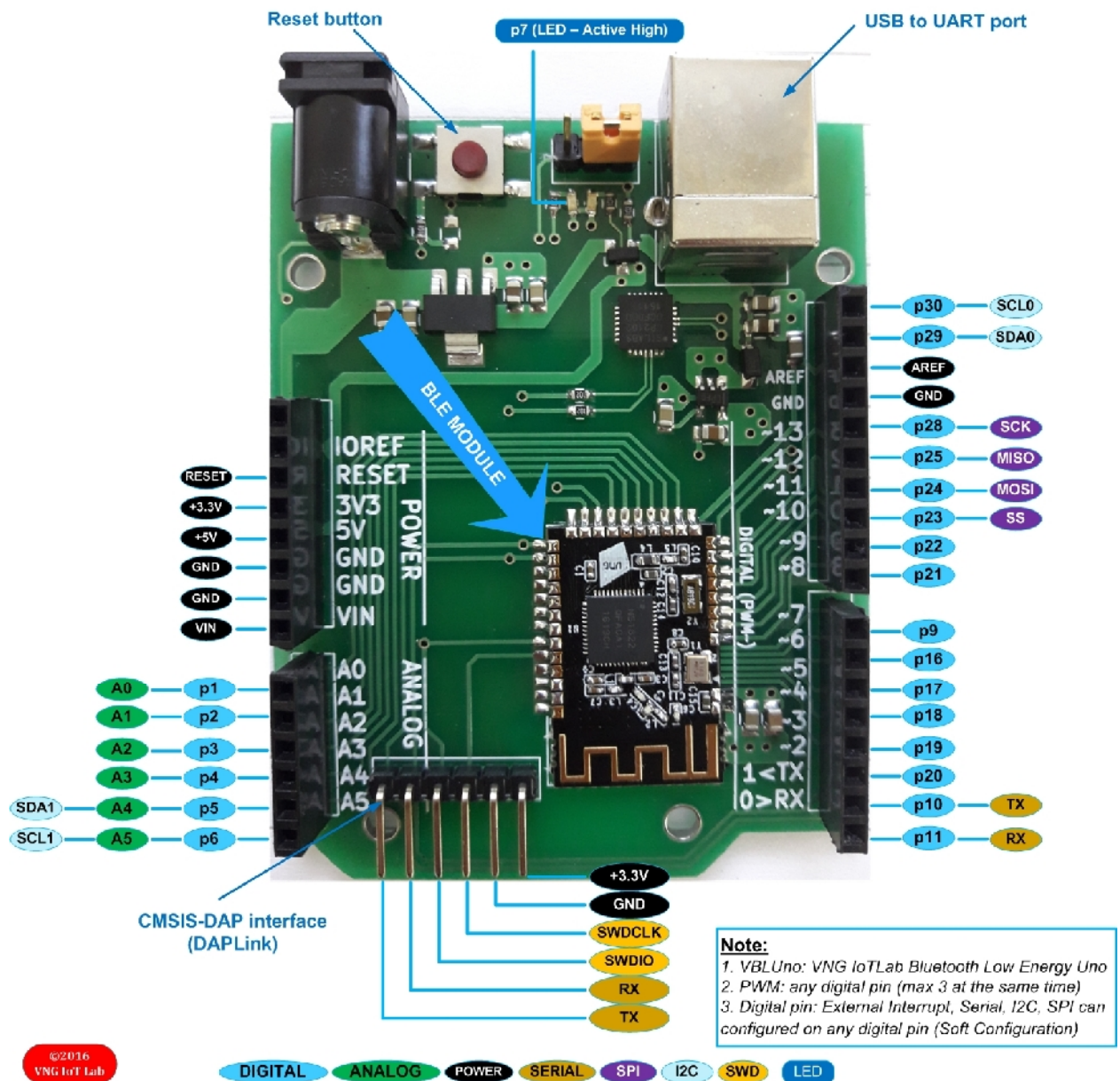
Ngoài ra các bạn có thể tham khảo hướng dẫn phát triển ứng dụng cho VBLUno với công cụ Arduino IDE tại hướng dẫn sau:

https://github.com/VNGIoTlab/Arduino_VBLUno_nRF51822

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

* Hình ảnh thực tế bo mạch VBLUno v1.0 và pinout dành cho ARM mbed-OS

VBLUno v1.0 - Pinout for ARM mbed-OS



Hình 1: Hình ảnh thực tế và pinout của bo mạch VBLUno

Chú ý: S chân c a bo m ch VBLUno dành cho mbed OS khác v i s
chân c a bo m ch VBLUno dành cho Arduino IDE.

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

*** Thông số cơ bản của bo mạch VBLUno**

STT	Tính năng	Mô tả
0	Môi trường phát triển	<ul style="list-style-type: none">- mbed OS- Arduino IDE- ...
1	CPU	Nordic nRF51822, nhân ARM Cortex-M0 32-bit
2	Truyền thông không dây 2.4GHz	Hỗ trợ giao tiếp Bluetooth Low Energy hay còn gọi là Bluetooth Smart: +4dBm to -20dBm output power in 4dBm steps -30dBm output power in whisper mode -96dBm RX sensitivity at 250kbs -90dBm RX sensitivity at 1Mbps -85dBm RX sensitivity at 2Mbps 2 Mbps, 1 Mbps and 250kbs supported data rates Excellent co-existence performance
3	Xung nhịp hệ thống	16MHz
4	Tiêu thụ năng lượng thấp	Ultra low power consumption 6.3mA - TX at -4dBm (3V using on-chip DC-DC) 8.0mA - TX at 0dBm (3V using on-chip DC-DC) 11.8mA – TX at +4dBm (3V using on-chip DC-DC) 9.7mA – RX (3V using on-chip DC-DC) 13mA – RX at 1Mbps (No DC-DC) 10.5mA – TX at 0dBm (No DC-DC) 0.6µA – SYSTEM-OFF, no RAM retention 1.2µA - SYSTEM-OFF, 8KB RAM retention 2.6µA - SYSTEM-ON, All peripherals in idle mode
5	Digital I/O	21 kênh; Điện áp cấp: +3.6V

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

STT	Tính năng	Mô tả
6	ADC	6 kênh; phân giải: 10bit điện áp hoạt động: 0 ÷ +3.3V
7	Timer	3 bộ Timer 16bit và 1 counter
8	UART	01 bộ
9	SPI	01 bộ
10	I2C	02 bộ
11	PWM	Tối đa 3 kênh timer cùng thời gian; Chế độ 8bit, 16bit; Có thể hình PWM trên các kênh GPIO.
12	Ngõ ra ngoài	Có thể hình trên các kênh GPIO.
13	Nối pin/GPIO chương trình	Sử dụng mô-đun CMSIS-DAP (DAPLink) kết nối qua chuẩn SWD giúp nối pin và GPIO một cách dễ dàng
14	Nguồn cung cấp	+5V ÷ +12V
15	Pinout	Thiết kế phù hợp pinout của Arduino Uno Rev3

- **Chú ý:** VBLUno sử dụng chip Nordic nRF51822 cho phép có thể hình
mạch chức năng trên các kênh vào ra số (Digital pin), vì vậy có
nghĩa bạn có thể có thể hình Serial, I2C, SPI, Interrupt, PWM trên bất
kể kênh vào ra số nào.

*** Bạn có thể mua mạch VBLUno ở đâu?**

Phần này không nhằm mục đích quảng cáo, chỉ mong muốn giúp các
bạn có thể tìm kiếm thông tin. Nếu mua bộ mạch VBLUno
và mô-đun CMSIS-DAP của VNGIoTLab phục vụ học tập và nghiên cứu, các
bạn có thể truy cập hai địa chỉ sau:

<http://www.iotviet.com.vn>

<https://www.facebook.com/bleviet>

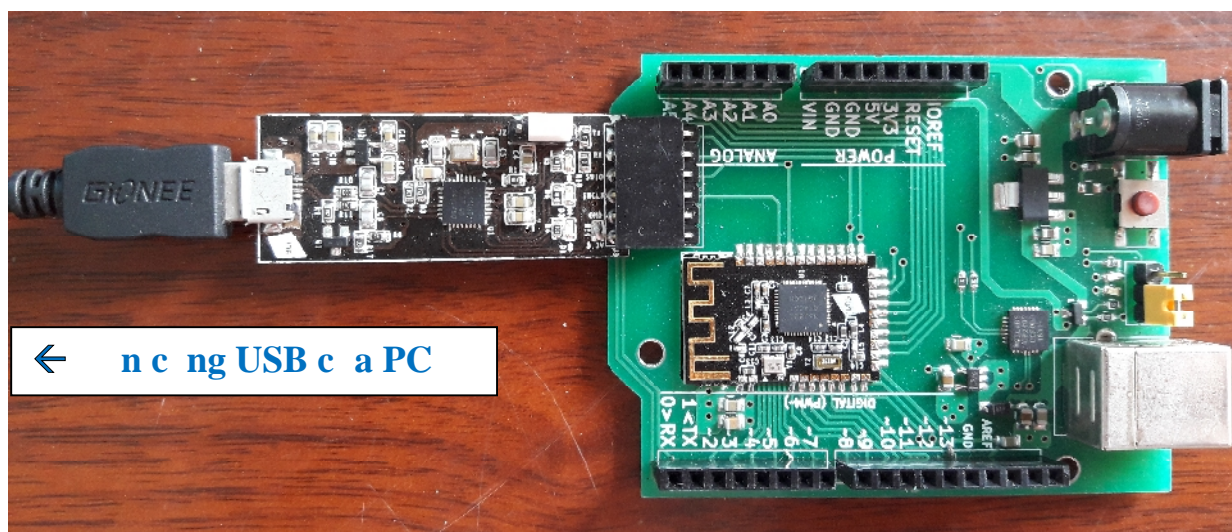
3. Giới thiệu công cụ nạp, debug chương trình BLE CMSIS-DAP Interface (DAPLink interface) của VNG IoTLab

Vì các bạn đã tìm hiểu về internet, chúng ta khá quen thuộc với khái niệm “mạch nạp”. Hiểu đúng nghĩa là sau khi lập trình xong để nạp vào khi cần, bạn cần biên dịch ra một **“file thực thi”** mà phần cứng có thể hiểu và thực hiện theo các lệnh bạn cài đặt, bạn cần một công cụ hỗ trợ nạp file thực thi xuống vi xử lý khi cần.

Hỗ trợ nạp chương trình cho bộ mạch VBLUno, VNGIoTLab đã thiết kế mô-đun BLE CMSIS-DAP (tương thích DAPLink) giúp developer dễ dàng nạp chương trình bằng cách kéo thả (Drag-and-Drop programming).

Ngoài tính năng nạp chương trình, mô-đun CMSIS-DAP của VNGIoTLab còn hỗ trợ developer gỡ lỗi chương trình thông qua phần mềm pyOCD GDB-Debugger hoặc OpenOCD GDB-Debugger. Nói chung, đây là công cụ cần thiết và hữu ích giúp developer phát triển ứng dụng cho bộ mạch VBLUno và nhiều bộ mạch khác.

Hình dưới đây mô tả cách kết nối mô-đun CMSIS-DAP với mạch VBLUno:



TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

4. Hướng dẫn phát triển ứng dụng cho mạch VBLUno với trình biên dịch mbed Online Compiler.

Úng nh tên g i c a nó, mbed Online Compiler là m t trình biên d ch dành cho mbed OS ch y online, ch v i m t máy tính có k t n i internet, b n có th d dàng l p trình và biên d ch ra file th c thi cho VBLUno. Ph n sau ây trình bày các b c th c hi n m t cách chi ti t thông qua hình nh.

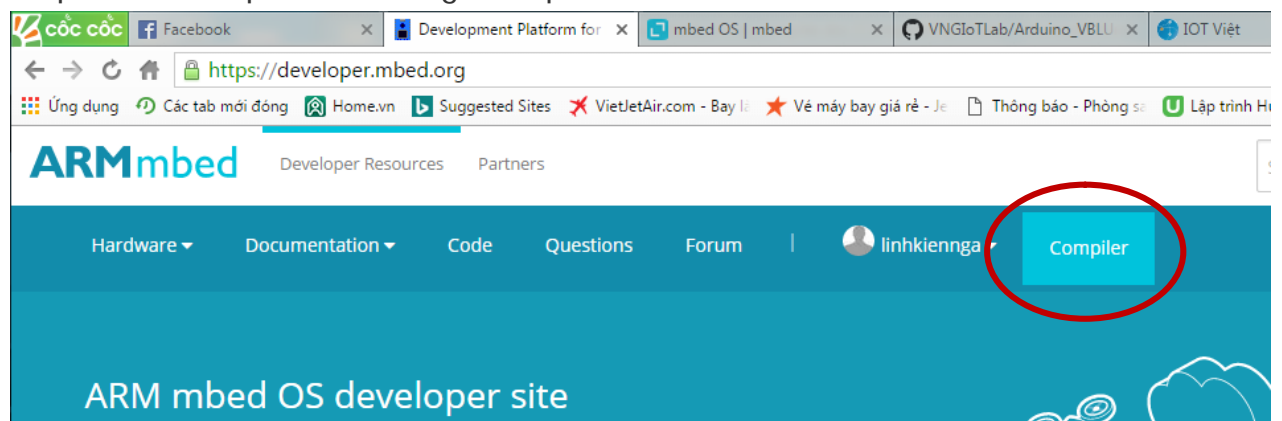
Bước 1: Đăng ký tài khoản trên developer.mbed.org

(Nếu đã đăng ký, bạn có thể bỏ qua bước này)

Truy c p vào a ch <https://developer.mbed.org> , ng ký m t tài kho n dành cho các developer v i mbed OS. Nó là hoàn toàn mi n phí nên các b n có th t tin ng ký nhé.

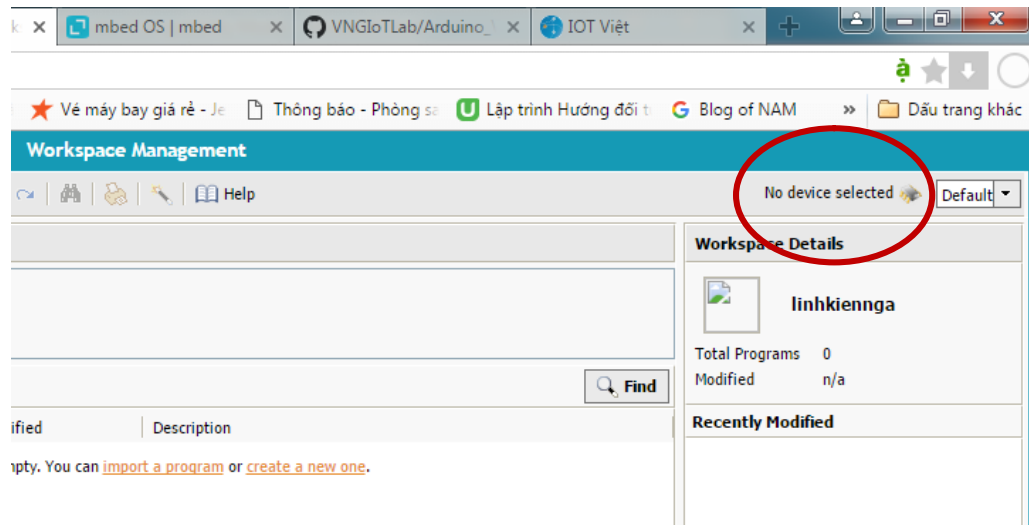
Bước 2: Đăng nhập giao diện trình biên dịch

Nh p vào nút “**Compiler**” ho c truy c p vào ng d n <https://developer.mbed.org/compiler/>

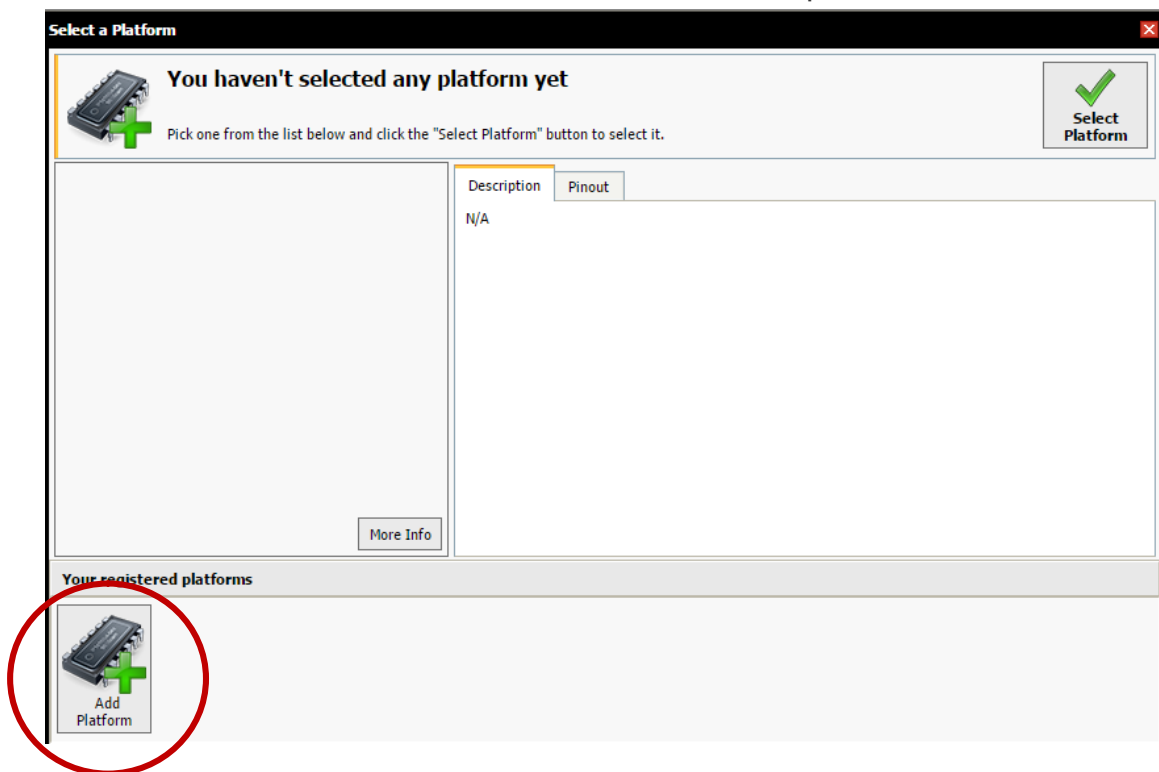


Bước 3: Chọn Device Platform để lập trình ứng dụng

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler



Các bước Select a Platform hiển thị ra, nhấn vào "Add platform"




Bên cạnh board **Nordic nRF51822**. Đây là board có cấu hình phần cứng khá tương đồng với VBLUno board

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler


Boards

Showing 15 of 105 ([Show all](#))




Nordic nRF51822

- Bluetooth v4.1
- Cortex-M0, 16MHz
- 128KB Flash, 16KB RAM




Seeed Arch BLE

- Bluetooth Low Energy
- Cortex M0, 16MHz
- 128KB Flash, 16KB RAM



mbed HRM1017


- Bluetooth Low Energy
- Cortex-M0, 16MHz
- 256KB Flash, 16KB RAM



RedBearLab nRF51822

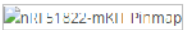
- Bluetooth Low Energy v4.1
- Cortex-M0, 16MHz
- 256KB Flash, 16KB RAM


Ti p theo b n ch n “Add to your mbed compiler”



Bluetooth Smart is quickly becoming a key communication component for IoT devices and it's already supported in modern smartphones and tablets. It is designed for enabling short-range wireless connectivity to things like coin cell-powered accessories. This opens the door to things like [Appcessories](#) and a whole host of applications for interacting and configuring devices, where you can embed a Bluetooth Smart chip and bring your own device (BYOD).

We have now successfully enabled this device on mbed, including the Bluetooth Smart APIs in the mbed SDK, so you can create a Bluetooth Smart based device in a quick and productive manner.






Nordic Semiconductor

Nordic Semiconductor is a fabless semiconductor company specializing in ultra low power wireless SoCs and connectivity devices for the 2.4 GHz ISM band, with ultra-low power performance and cost being the main focus areas.

[Add to your mbed Compiler](#)

[Buy Now](#)

N u thành công b n s nh n c công thông báo nh hình d i



Developer Resources Partners

[Hardware](#) [Documentation](#) [Code](#) [Questions](#) [Forum](#) | [linhkiengga](#) [Compiler](#)

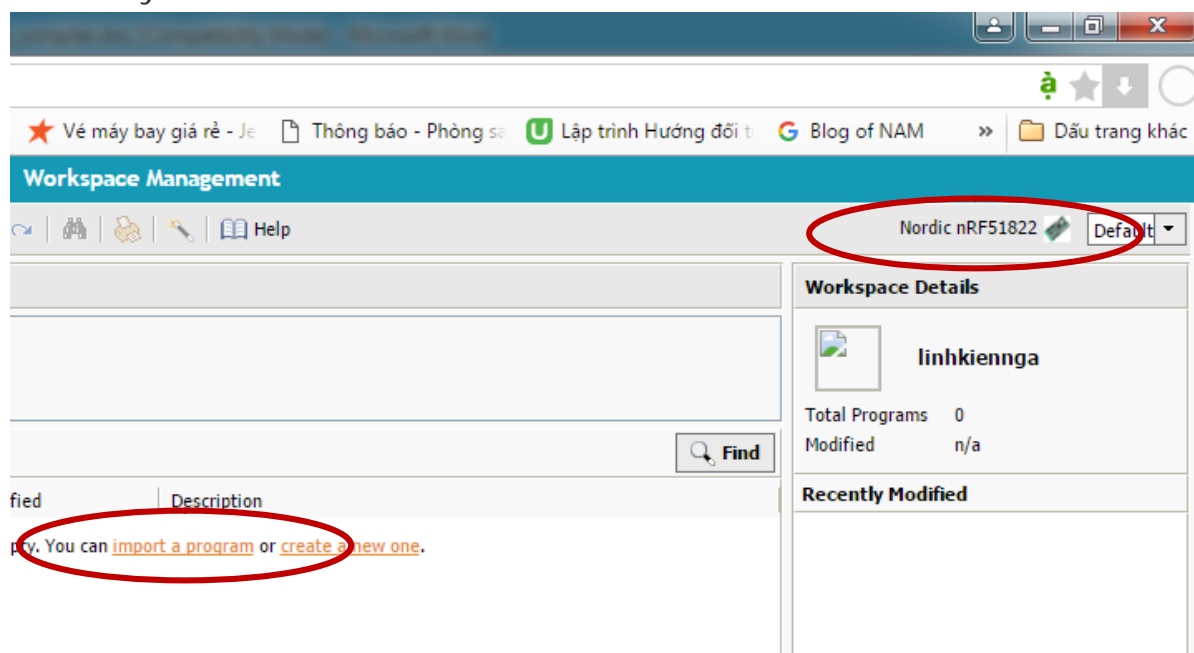
Boards » Nordic nRF51822

✓ Platform 'Nordic nRF51822' is now added to your account!

Nordic nRF51822

TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

Nhấp vào nút Compiler quay về trình biên dịch, lúc này góc phía trên trình duyệt sẽ hiển thị board Nordic nRF51822

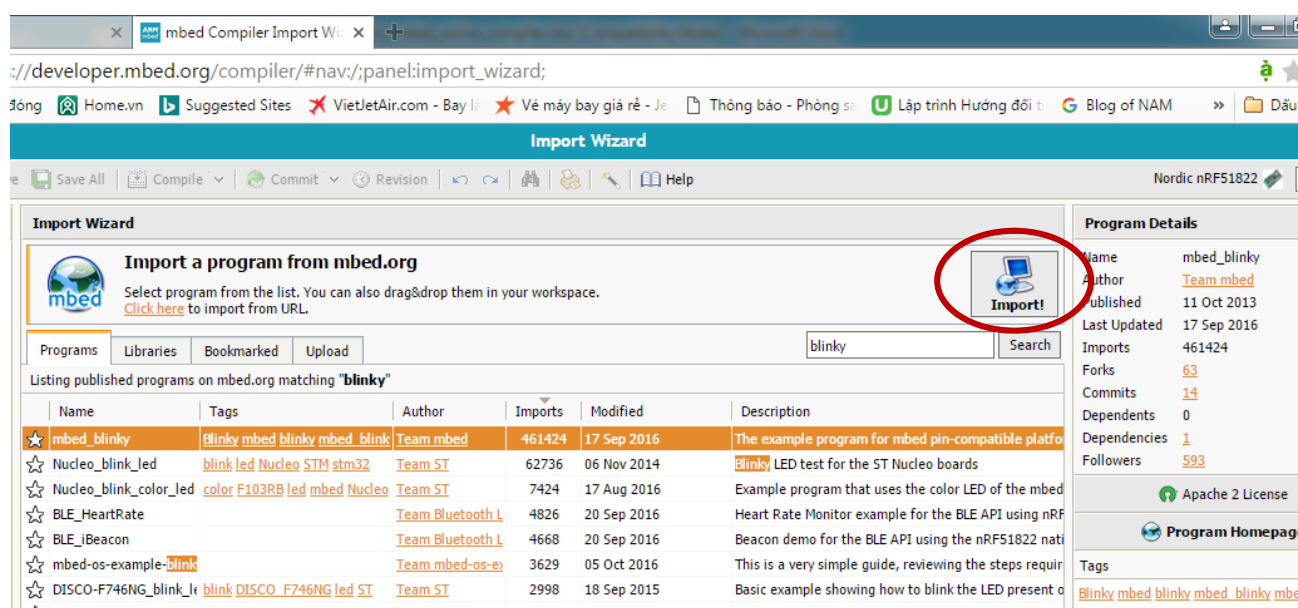


Bước 4: Thực hiện một ví dụ đơn giản – Hello World Example

Sau đây chúng ta thực hiện một ví dụ đơn giản, ví dụ “mbed_blinky”.

- 4.1 Thêm một ví dụ sẵn có vào tài khoản của bạn

- + Chọn “import a program”,
- + Tìm kiếm theo từ khóa “mbed_blinky”
- + Chọn ví dụ mbed_blinky trong danh sách tìm kiếm, nhấn chọn “Import” thêm ví dụ này vào tài khoản của bạn.



TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

- 4.2 Sửa mã nguồn chương trình "main.cpp":

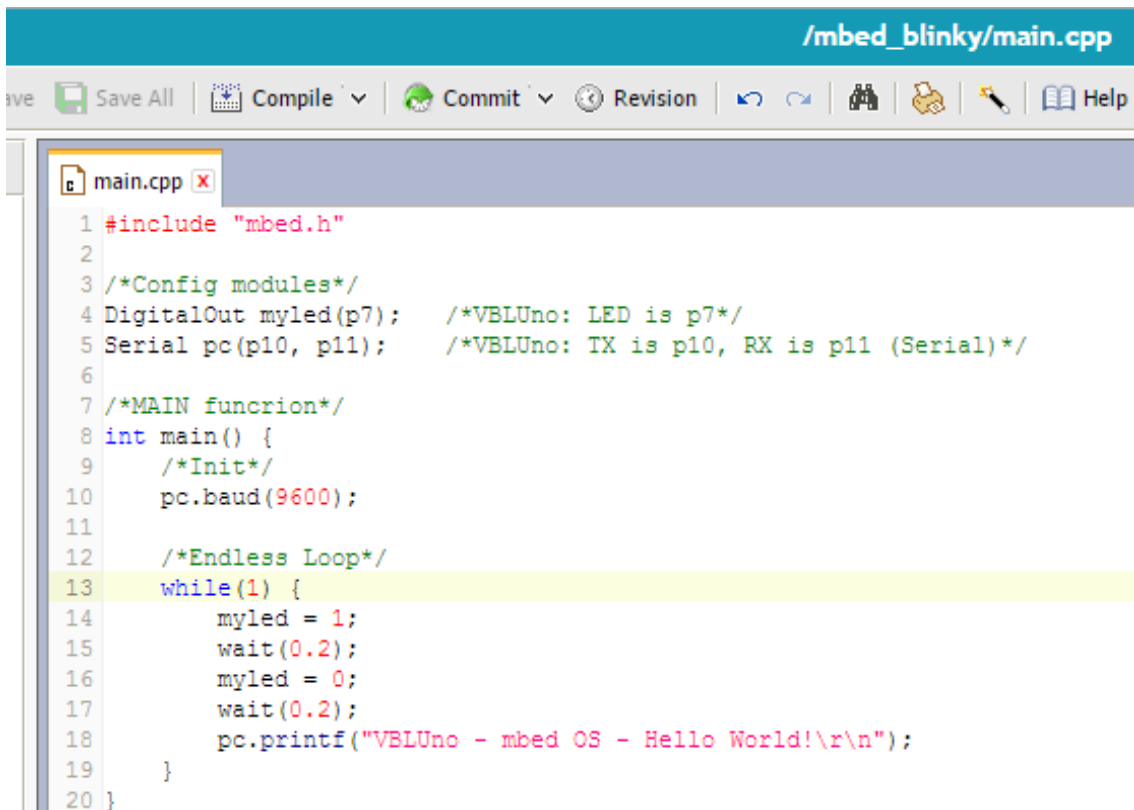
Copy nội mã nguồn sau vào file main.cpp

```
#include "mbed.h"

/*Config modules*/
DigitalOut myled(p7); /*VBLUno: LED is p7*/
Serial pc(p10, p11); /*VBLUno: TX is p10, RX is p11 (Serial)*/

/*MAIN funcrion*/
int main() {
    /*Init*/
    pc.baud(9600);

    /*Endless Loop*/
    while(1) {
        myled = 1;
        wait(0.2);
        myled = 0;
        wait(0.2);
        pc.printf("VBLUno - mbed OS - Hello World!\r\n");
    }
}
```



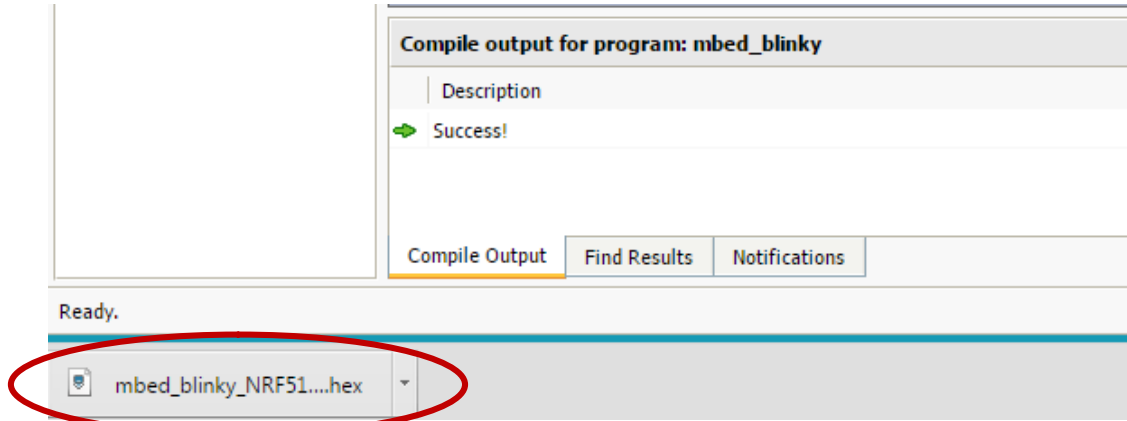
```
/mbed_blinky/main.cpp
Save Save All Compile Commit Revision Revision Help
main.cpp x
1 #include "mbed.h"
2
3 /*Config modules*/
4 DigitalOut myled(p7); /*VBLUno: LED is p7*/
5 Serial pc(p10, p11); /*VBLUno: TX is p10, RX is p11 (Serial)*/
6
7 /*MAIN funcrion*/
8 int main() {
9     /*Init*/
10    pc.baud(9600);
11
12    /*Endless Loop*/
13    while(1) {
14        myled = 1;
15        wait(0.2);
16        myled = 0;
17        wait(0.2);
18        pc.printf("VBLUno - mbed OS - Hello World!\r\n");
19    }
20 }
```


TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

Chọn Save | Upload

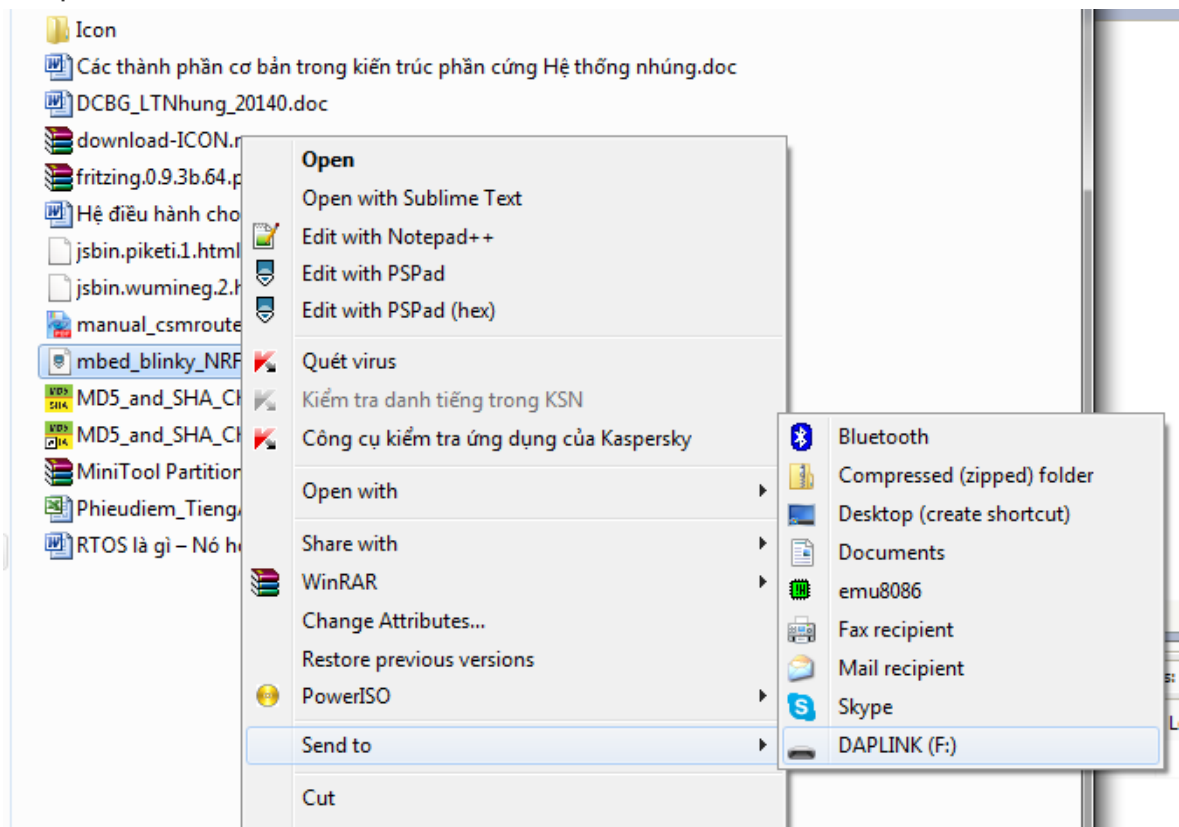
- **4.3 Chọn Compile để biên dịch chương trình**

Kiểm tra biên dịch thành công, tạo ra 1 file thực thi (*.hex) và tải lên máy tính cá nhân



- **4.4 Nạp file thực thi vào bo mạch VBLUno**

Sau khi kiểm tra nạp bo mạch VBLUno và mô-đun CMSIS-DAP lên máy tính, mở cửa sổ thêm vào máy tính cá nhân. Cửa sổ này có tên là "MBED" hoặc "DAPLINK". Chọn file thực thi đã biên dịch và tải vào bo mạch VBLUno, nhấp chuột copy file này vào cửa sổ trên và chờ quá trình sao chép hoàn tất.

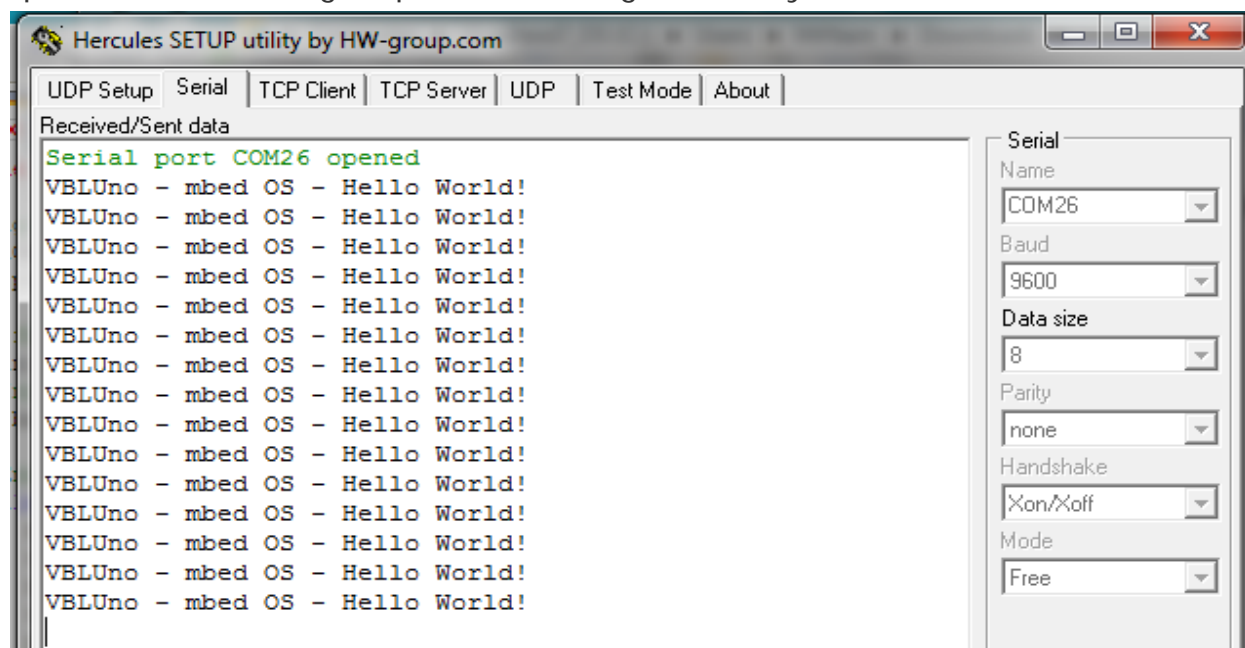


TUTORIAL 1: Lập trình ứng dụng cho mạch VBLUno với mbed Online Compiler

- 4.5 Chạy chương trình

Sau khi nạp file thành công thì, chương trình sẽ chạy ngay. Nếu mọi việc thành công, bạn sẽ thấy LED trên mạch VBLUno nhấp nháy sáng.

Sử dụng một phần mềm có chức năng Serial Terminal như Hercules hoặc PuTTY, tìm kiếm tên cổng COM có vị trí baud 9600, bạn sẽ quan sát được thông điệp mà VBLUno gửi lên máy tính như hình dưới.



Bài viết này đã giới thiệu các nội dung cơ bản về bộ mạch VBLUno, mô-đun CMSIS-DAP của VNGIoTLab. Bên cạnh đó cũng giới thiệu hướng dẫn thực hành nhúng mbed OS, một hướng dẫn thực hành rất thú vị, phù hợp cho các thí nghiệm IoT. Phần cuối cùng trình bày chi tiết các bước lập trình ứng dụng cho VBLUno bằng trình biên dịch mbed Online. Vì máy tính kết nối internet, bạn có thể dễ dàng xây dựng các chương trình ứng dụng cho VBLUno.

Trong bài viết sau, mình sẽ hướng dẫn phát triển ứng dụng cho VBLUno với môi trường offline: Eclipse + GCC ARM Embedded+ Nạp và Debug bằng pyOCD hoặc OpenOCD.

Cảm ơn bạn đã đọc tài liệu này. Mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn. Bạn có thể ghé thăm một số địa chỉ sau:

<https://www.facebook.com/bleviet>

https://github.com/VNGIoTLab/mbed_for_VBLUno-CMSIS-DAP

---The END---