

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
TRUNG TÂM THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH

BÀI THÍ NGHIỆM MÔN HỌC IoT VÀ ỨNG DỤNG

(Tài liệu dành cho sinh viên ngành CNTT)

Họ tên sinh viên:.....

Mã sinh viên:.....

Lớp:.....

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 1

KẾT NỐI CẢM BIẾN VÀ VI ĐIỀU KHIỂN VỚI Đám Mây

I. MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU

1.1 Mục đích:

- Giúp sinh viên hiểu rõ hơn và nắm được về các thiết bị IoT, các giao thức truyền tin và một số ứng dụng đám mây IoT thông qua việc kết nối cảm biến nhiệt độ, độ ẩm với vi điều khiển và truyền tải dữ liệu thu được từ cảm biến lên các dịch vụ đám mây trên mạng Internet như Thingspeak, HiveMQ hoặc các dịch vụ đám mây hỗ trợ IoT tương tự như AWS, hoặc Microsoft Azure....vv.
- Giúp sinh viên hình dung chi tiết và thực hiện các thao tác thực tế với một ứng dụng IoT cụ thể có sử dụng các giao thức truyền tin phổ biến trong IoT, đó là giao thức HTTP (HTTPS) và MQTT.

1.2 Yêu cầu:

- Sinh viên đã được học lý thuyết Chương 1 và 2 của môn học *IoT và ứng dụng*.
- Sinh viên đã có tài liệu thí nghiệm buổi thí nghiệm số 1 môn học *IoT và ứng dụng*.
- Sinh viên đã được học về ngôn ngữ lập trình C/C++.

II. CHUẨN BỊ

- Sinh viên đọc trước ở nhà nội dung bài thí nghiệm.
- Xem lại nội dung lý thuyết Chương 1, 2 môn học *IoT và ứng dụng*.

2.1. Lý thuyết

- Lý thuyết về cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT11 (nguyên tắc hoạt động cơ bản của cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, chuẩn giao tiếp OneWire).
- Giới thiệu tổng quan về KIT thí nghiệm IoT, giới thiệu KIT Arduino ESP32 WROOM D1 R32 được sử dụng trong bài thí nghiệm.
- Giới thiệu phần mềm Arduino IDE (cài đặt thư viện và các gói phần mềm hỗ trợ cho KIT Arduino ESP32 WROOM D1 R32).
- Sơ đồ mạch điện kết nối giữa ESP32 và cảm biến DHT11 (sơ đồ chân nối).
- Một số vấn đề cơ bản trong giao thức truyền thông HTTP(S) và MQTT.
- Dịch vụ đám mây với Thingspeak và HiveMQ.
- Sơ đồ khối chức năng tổng quát của hệ thống IoT trong bài thí nghiệm.

- Trình tự các bước làm bài thí nghiệm.

2.2. Tổ chức thí nghiệm

- Chia nhóm thí nghiệm 20-25 sinh viên/1 buổi thí nghiệm thành các nhóm nhỏ 3-4 sinh viên để đồng thời làm thực nghiệm trên KIT thí nghiệm IoT.
- Các sinh viên báo cáo kết quả thí nghiệm theo nhóm nhỏ 3-4 sinh viên.

2.3. Các thiết bị dụng cụ cần thiết

Tên thiết bị	Số lượng	Ký hiệu	Ghi chú
KIT thí nghiệm IoT và dây nối	06		Mỗi nhóm 3-4 sinh viên/1 bộ
Máy tính cá nhân Labtop	06		Mỗi nhóm 3-4 sinh viên/1 máy
Phòng học có kết nối Internet thông qua WiFi	01		Phòng 608 nhà A3
Phòng học có máy chiếu	01		Phòng 608 nhà A3

Bảng 1.1 Các thiết bị dụng cụ cần thiết cho bài thí nghiệm

III. NỘI DUNG THÍ NGHIỆM

3.1. Hướng dẫn chung: 30 phút

- Hướng dẫn phần lý thuyết của bài thí nghiệm.

3.2. Các bước thực hiện: 120 phút

Trình tự các bước:

- Cài đặt phần mềm Arduino IDE.
- Đăng ký tài khoản trên Thingspeak và HiveMQ. Thiết lập các thông số theo yêu cầu bài thí nghiệm.
- Kết nối các khối mạch điện cần thí nghiệm (các cảm biến, vi điều khiển, máy tính).
- Xác định kết nối WiFi ổn định với Tên (SSID) và Mật Khẩu (Password) chính xác của mạng WiFi đang sử dụng.

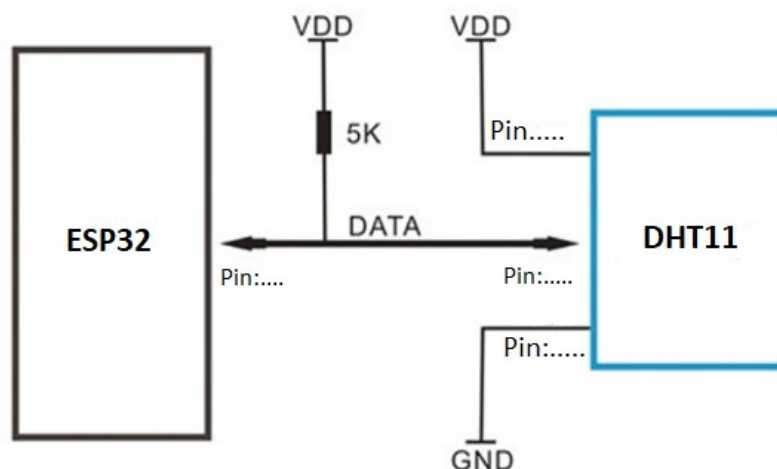
- Viết mã chương trình cho ESP32, gỡ lỗi, nạp mã và thực hiện chương trình thu thập dữ liệu từ DHT11 hiển thị kết quả lên màn hình terminal của Arduino IDE.
- Viết chương trình gửi dữ liệu thu được từ cảm biến DHT11 lên đám mây với Thingspeak và HiveMQ.
- Quan sát kết quả và nhận xét.

A. Đo nhiệt độ, độ ẩm môi trường và gửi dữ liệu đo lên kênh của Thingspeak sử dụng giao thức HTTP



Hình vẽ 1.1 Sơ đồ khối hệ thống IoT với Thingspeak

1. Xác định khối mạch cảm biến DHT11 và các chân cắm tương ứng trên KIT thí nghiệm IoT.
2. Xác định các chân cắm tương ứng của KIT Arduino ESP32 được sử dụng để nối với cảm biến DHT11.
3. Cắm dây nhảy để kết nối giữa ESP32 và DHT11. Kết nối KIT thí nghiệm IoT với máy tính qua cổng USB. Bật nguồn điện KIT thí nghiệm IoT. Điền đầy đủ dữ liệu vào *Hình vẽ 1.2* dưới đây.



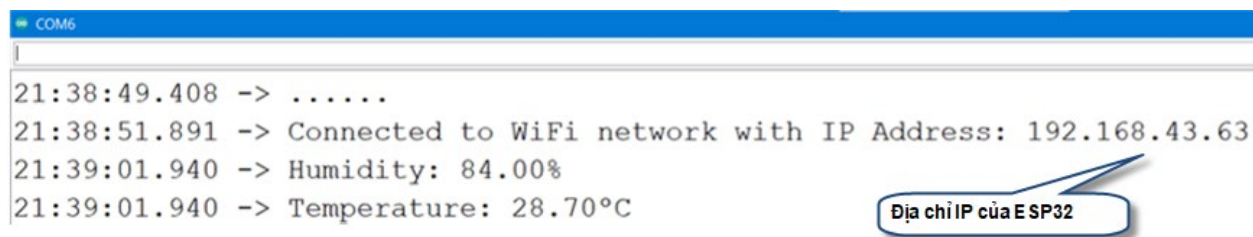
Hình vẽ 1.2. Kết nối ESP32 và DHT11

4. Viết chương trình cho KIT Arduino bằng phần mềm Arduino IDE trên máy tính với mục đích thu thập dữ liệu từ cảm biến DHT11 và hiển thị trên cửa sổ terminal của chương trình Arduino IDE.
5. Thực hiện chương trình và quan sát kết quả dữ liệu Nhiệt độ, Độ ẩm thay đổi theo thời gian. Ghi lại kết quả vào *Bảng 1.2*

Thứ tự phép đo	Giá trị Nhiệt độ (°C)	Giá trị Độ ẩm (%)	Ghi chú
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

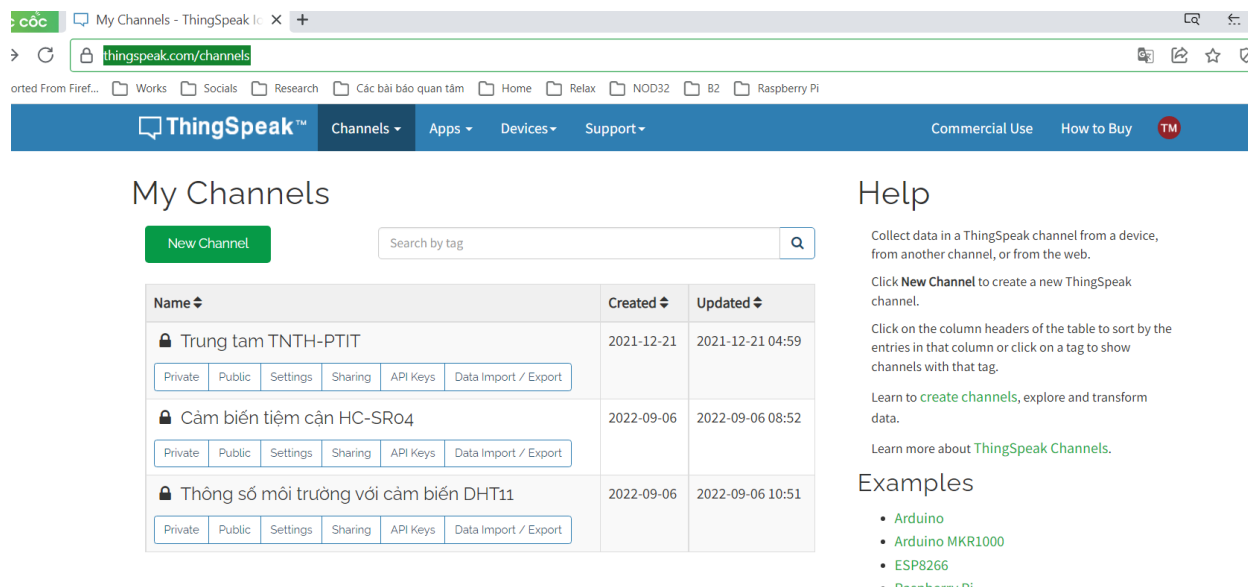
Bảng 1.2. Một số giá trị thông số nhiệt độ, độ ẩm môi trường

6. Sửa lại chương trình đọc dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm để có thêm chức năng kết nối Internet thông qua WiFi.
7. Nạp chương trình mới cho ESP32 và cho hệ thống hoạt động. Quan sát cửa sổ terminal của Arduino IDE. Ghi lại địa chỉ IP của ESP32 trong mạng WiFi của mình vào đây:.....
Dữ liệu trên cửa sổ terminal của Arduino IDE có dạng như *Hình vẽ 1.3*



Hình vẽ 1.3. Dữ liệu thu được trên cửa sổ terminal của Arduino IDE khi đã kết nối WiFi

8. Vào trang Web có địa chỉ <https://thingspeak.com/channels> để tạo kênh mới của riêng mình và đặt tên kênh (Ví dụ là: Thông số môi trường với cảm biến DHT11).



Hình vẽ 1.4. Thiết lập kênh dữ liệu mới với Thingspeak

9. Chỉnh sửa các tham số của kênh (*channel*) với hai trường (*Field1* và *Field2*) là *Nhiệt độ* và *Độ ẩm*. Ví dụ như Hình vẽ 1.5 sau đây:

Name	Thông số môi trường với cảm biến DHT11	
Description	Đọc nhiệt độ, độ ẩm môi trường và gửi lên kênh của Thingspeak	
Field 1	Nhiệt độ	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 2	Độ ẩm	<input checked="" type="checkbox"/>

Hình vẽ 1.5. Thiết lập các thông số của kênh dữ liệu trên Thingspeak

10. Trong kênh của mình hãy ghi lại ID của kênh:.....

Thông số môi trường với cảm biến DHT11

Channel ID: **1850515**

Author: **therainman**

Access: Private

Đọc nhiệt độ, độ ẩm môi trường và gửi lên kênh của Thingspeak

Hình vẽ 1.6. ID của một kênh dữ liệu trên Thingspeak

11. Xem API key trên kênh của mình và ghi lại

- Write API key:.....
- Read API key:.....
- Nêu vắn tắt chức năng của các API key này ?
.....
.....
.....

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Write API Key

Key: 1C98661JAE1N60BM

Generate New Write API Key

Read API Keys

Key: ZR06PGKHDL9176C5

Note:

Save Note Delete API Key

Add New Read API Key

Help

API keys enable you to write data to a channel or read data from a private channel. API keys are auto-generated when you create a new channel.

API Keys Settings

- Write API Key:** Use this key to write data to a channel. If you feel your key has been compromised, click **Generate New Write API Key**.
- Read API Keys:** Use this key to allow other people to view your private channel feeds and charts. Click **Generate New Read API Key** to generate an additional read key for the channel.
- Note:** Use this field to enter information about channel read keys. For example, add notes to keep track of users with access to your channel.

API Requests

Write a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=1C98661JAE1N60BM&field=
```

Read a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/1850515/feeds.json?api_key=Z
```

Read a Channel Field

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/1850515/fields/1.json?api_ke
```

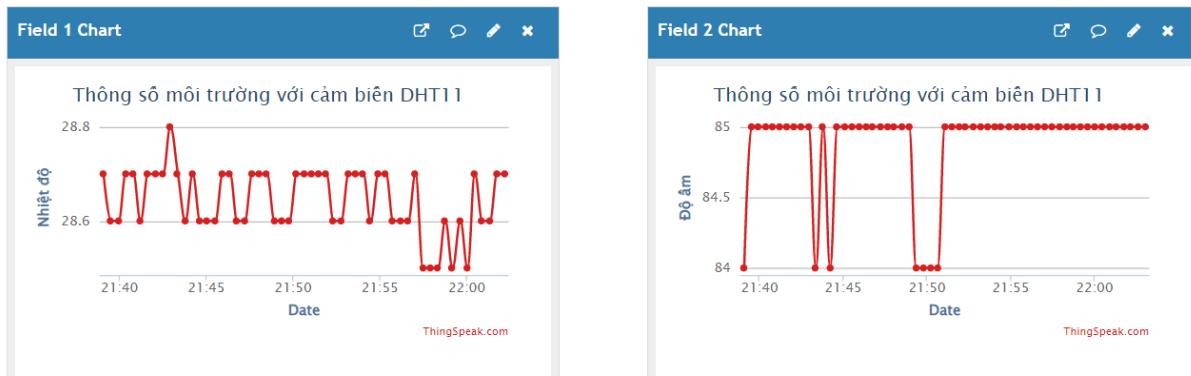
Hình vẽ 1.7. Ví dụ về API của một kênh dữ liệu trên Thingspeak

12. Với các API key đã có hãy sửa lại chương trình viết trên Arduino IDE để ESP32 gửi dữ liệu đọc từ DHT11 lên dịch vụ đám mây trên Thingspeak dùng giao thức HTTP và phương thức GET. Chú ý: các đoạn mã viết với các mục đích riêng rẽ, cụ thể, nên được viết dưới dạng các chương trình con:

- Hàm đo nhiệt độ, độ ẩm
- Hàm kết nối WiFi với ESP32
- Hàm gửi thông tin dữ liệu lên đám mây Thingspeak

13. Nạp chương trình cho vi điều khiển trên KIT IoT và quan sát kết quả thu được trên kênh của Thingspeak.

14. Tác động vào cảm biến để thay đổi nhiệt độ và độ ẩm môi trường nhằm thay đổi các giá trị đo. Quan sát sự thay đổi trên Widget được dùng để hiển thị trên kênh của Thingspeak. Kết quả thu được có dạng như *Hình vẽ 1.8*



Hình vẽ 1.8. Biểu diễn dữ liệu từ cảm biến DHT11 trên Thingspeak

15. Thay đổi các thiết lập của kênh và các Widget (Chart, Gauge, Numeric Display) cũng như các thiết lập của từng Widget để xem các cách thức biểu diễn dữ liệu của Thingspeak. Hãy chọn 1 cách hiển thị dữ liệu dễ hiểu và trực quan nhất.

16. Có bao nhiêu Widget trên kênh của Thingspeak:.....
Đó là những Widget nào ?.....
.....
.....

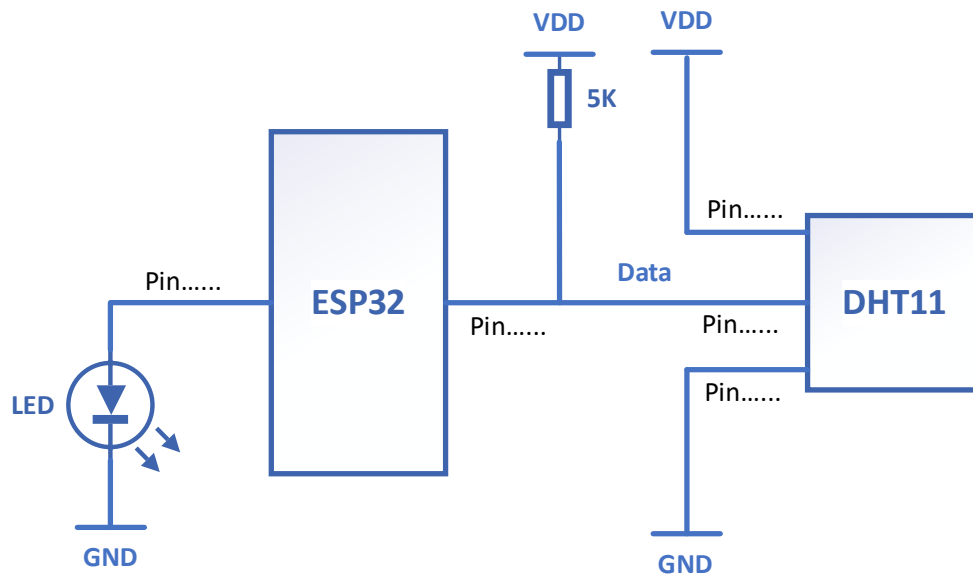
B. Đo nhiệt độ, độ ẩm môi trường, gửi dữ liệu đo lên dịch vụ đám mây HiveMQ và điều khiển bật tắt LED sử dụng giao thức MQTT



Hình vẽ 1.9 Sơ đồ khối hệ thống IoT với HiveMQ

1. Xác định khối mạch cảm biến DHT11 và các chân cắm tương ứng trên KIT thí nghiệm IoT.
2. Xác định các chân cắm tương ứng của KIT Arduino ESP32 được sử dụng để nối với cảm biến DHT11.

3. Cắm dây nhảy để kết nối giữa ESP32 và DHT11, ESP32 và LED đơn. Kết nối KIT thí nghiệm IoT với máy tính qua cổng USB. Bật nguồn điện KIT thí nghiệm IoT. Điền đầy đủ dữ liệu vào *Hình vẽ 1.10* dưới đây.



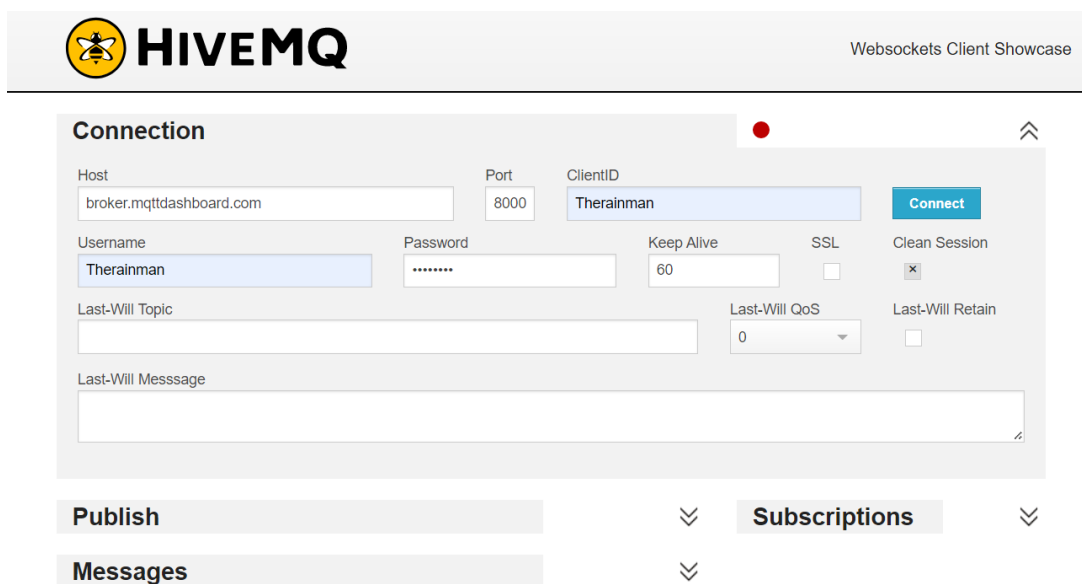
Hình vẽ 1.10. Kết nối ESP32 và DHT11, LED đơn

4. Cài đặt thư viện *PubSubClient* bổ sung cho Arduino IDE để có thể có các thư viện hỗ trợ kết nối giữa ESP32 và Broker HiveMQ theo giao thức MQTT.
5. Viết chương trình cho ESP32 đọc dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm và publsh lên trang HiveMQ theo giao thức MQTT. Đồng thời ESP32 nhận dữ liệu *message* điều khiển bật tắt đèn LED đơn trên KIT thí nghiệm IoT.

Chú ý: chương trình vẫn có các nội dung chính như sau:

- Đọc dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm của DHT11
 - Kết nối WiFi
 - Gửi và nhận dữ liệu với HiveMQ theo giao thức MQTT
6. Vào trang Web có địa chỉ <http://www.hivemq.com/demos/websocket-client/>. Tạo một account miễn phí. Ghi lại tên User Name và Password vào dưới đây:
- User Name:**.....
 - Password:**.....

Đây là trang web cho phép tạo client kết nối trực tiếp tới HiveMQ Broker . Tại trang web này, hãy tạo một client kết nối tới broker để subscribe 2 topic *Nhiệt độ* và *Độ ẩm* mà ESP32 publish dữ liệu lên và kiểm tra xem ESP32 có thực hiện publish thành công hay không. Đồng thời, client này cũng sẽ publish message tới topic đèn LED, để ESP32 nhận được message và điều khiển đèn LED đơn.



HIVEMQ Websockets Client Showcase

Connection

Host: broker.mqttdashboard.com Port: 8000 ClientID: Therainman **Connect**

Username: Therainman Password: Password field with dots Keep Alive: 60 SSL: ☐ Clean Session: ☒

Last-Will Topic: Last-Will QoS: 0 Last-Will Retain: ☐

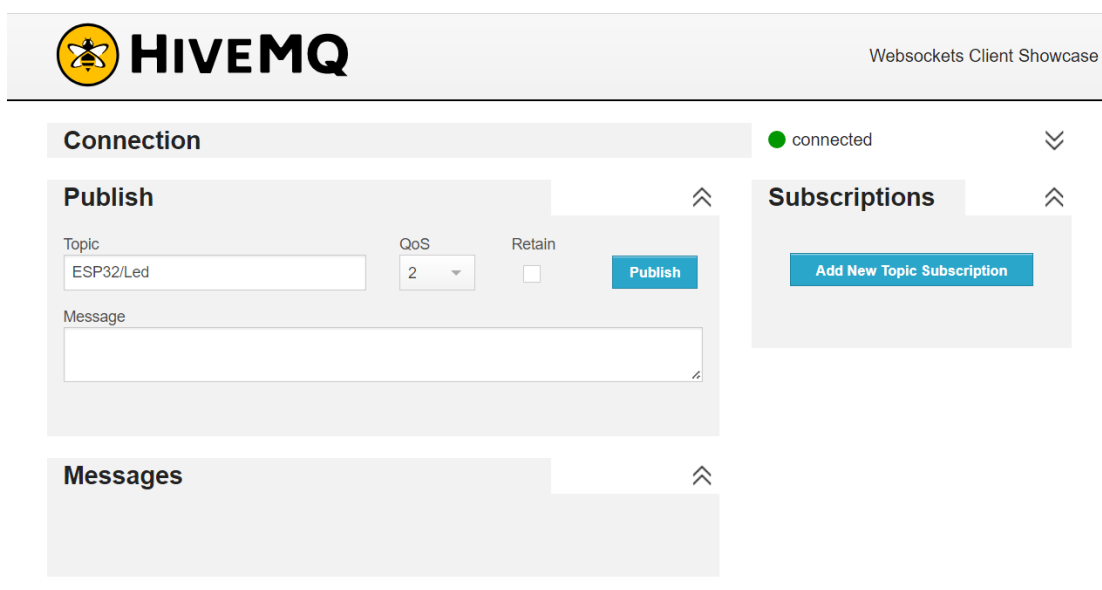
Last-Will Message:

Publish **Subscriptions**

Messages

Hình vẽ 1.11. Tạo client kết nối trực tiếp trên Web dùng MQTT

7. Nhấn vào nút *Connect* để kết nối và tạo topic: **ESP32/Led**



HIVEMQ Websockets Client Showcase

Connection ● connected

Publish

Topic: ESP32/Led QoS: 2 Retain: ☐ **Publish**

Message:

Subscriptions

Add New Topic Subscription

Messages

Hình vẽ 1.12. Kết nối với HiveMQ

8. Nhấn vào nút *Add New Topic Subscription* để subscript các topic sau:

- a. **ESP32/DHT11/Temperature**
- b. **ESP32/DHT11/Humidity**

Chú ý:

- Topic **ESP32/Led** và topic được subscript là **ESP32/DHT11/Temperature** và **ESP32/DHT11/Humidity** phải tuyệt đối giống với các khai báo trong mã nguồn chương trình viết cho ESP32.
 - **User Name** và **Password** nhập vào trang HiveMQ cũng phải giống với User Name và Password trong mã nguồn chương trình viết cho ESP32.
9. Bật nguồn cho KIT thí nghiệm IoT và quan sát kết quả trên trang HiveMQ

The screenshot shows the HiveMQ Websockets Client Showcase interface. At the top, there's a header with the HiveMQ logo and the text 'Websockets Client Showcase'. Below this, the 'Connection' status is shown as 'connected'. The 'Publish' section has a 'Topic' field set to 'ESP32/Led', a 'QoS' dropdown set to '0', and a 'Retain' checkbox checked. A 'Publish' button is visible. The 'Message' field contains the text '0'. The 'Subscriptions' section shows two active subscriptions: 'ESP32/DHT11/Humidity' and 'ESP32/DHT11/Temperature', both with 'Qos: 2'. The 'Messages' section displays a list of received messages: '86.00' for 'ESP32/DHT11/Humidity' at 2022-09-09 00:46:25, '28.20' for 'ESP32/DHT11/Temperature' at 2022-09-09 00:46:25, and '86.00' for 'ESP32/DHT11/Humidity' at 2022-09-09 00:46:20.

Hình vẽ 1.13. Kết quả chương trình

10. Trong phần message hãy nhập số 0 và sau đó nhấn nút Publish. Quan sát kết quả trên LED đơn được gắn với ESP32. Trạng thái đèn LED lúc đó là tắt hay sáng:.....
11. Trong phần message hãy nhập số 1 và sau đó nhấn nút Publish. Quan sát kết quả trên LED đơn được gắn với ESP32. Trạng thái đèn LED lúc đó là tắt hay sáng:.....

