

# **GIẢI PHÁP TÍCH HỢP HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VỚI MICROSOFT AZURE PLC S7-1500**

*Dr. Truong Dinh Chau | Siemens Vietnam*

*[truong-dinh.chau@siemens.com](mailto:truong-dinh.chau@siemens.com)*

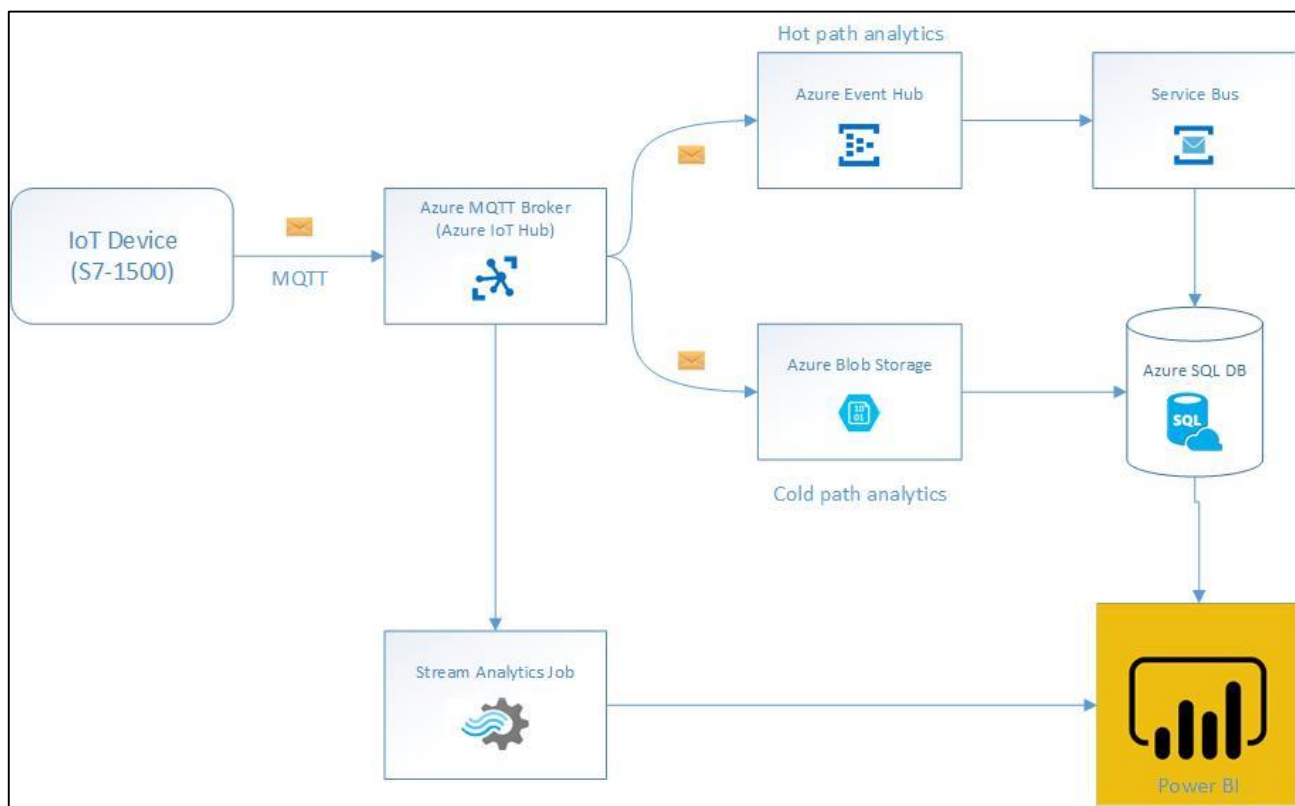
# MỤC LỤC

<b>1. GIỚI THIỆU .....</b>	<b>3</b>
1.1. Mục tiêu .....	3
1.2. Các thành phần sử dụng.....	4
<b>2. CẤU HÌNH MICROSOFT AZURE.....</b>	<b>6</b>
2.1. Tạo Azure IoT Hub.....	6
2.2. Tạo Service Bus Namespace .....	9
2.3. Cấu hình Azure IoT Hub .....	12
2.3.1. Tạo Endpoint .....	12
2.3.2. Tạo Route .....	13
2.3.3. Tạo Device (Device ID).....	14
2.3.4. Certificate Authority (CA) của Azure IoT Hub.....	20
<b>3. KẾT NỐI PLC S7-1500 VỚI MICROSOFT AZURE IOT HUB QUA GIAO THỨC MQTT .....</b>	<b>21</b>
3.1. Tích hợp thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure vào dự án TIA Portal .....	21
3.2. Cấu hình thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure để kết nối với Microsoft Azure IoT Hub .....	24
<b>4. CHUYỂN DỮ LIỆU TỪ SERVICE BUS SANG AZURE SQL DB.....</b>	<b>34</b>
4.1. Tạo Azure SQL Database.....	34
4.1.1. Tạo SQL Server và SQL Databases: .....	34
4.2. Sử dụng ngôn ngữ C# để liên kết Service Bus Queue chuyển dữ liệu vào Azure SQL DB.....	36
4.2.1. Azure SQL DB.....	37
4.2.2. Service Bus Queue .....	39
<b>5. LIÊN KẾT IOT HUB VỚI POWER BI ĐỂ HIỂN THỊ TRỰC QUAN DỮ LIỆU.....</b>	<b>41</b>
<b>6. TÀI LIỆU THAM KHẢO VÀ LIÊN KẾT .....</b>	<b>47</b>

# 1. GIỚI THIỆU

## 1.1. Mục tiêu

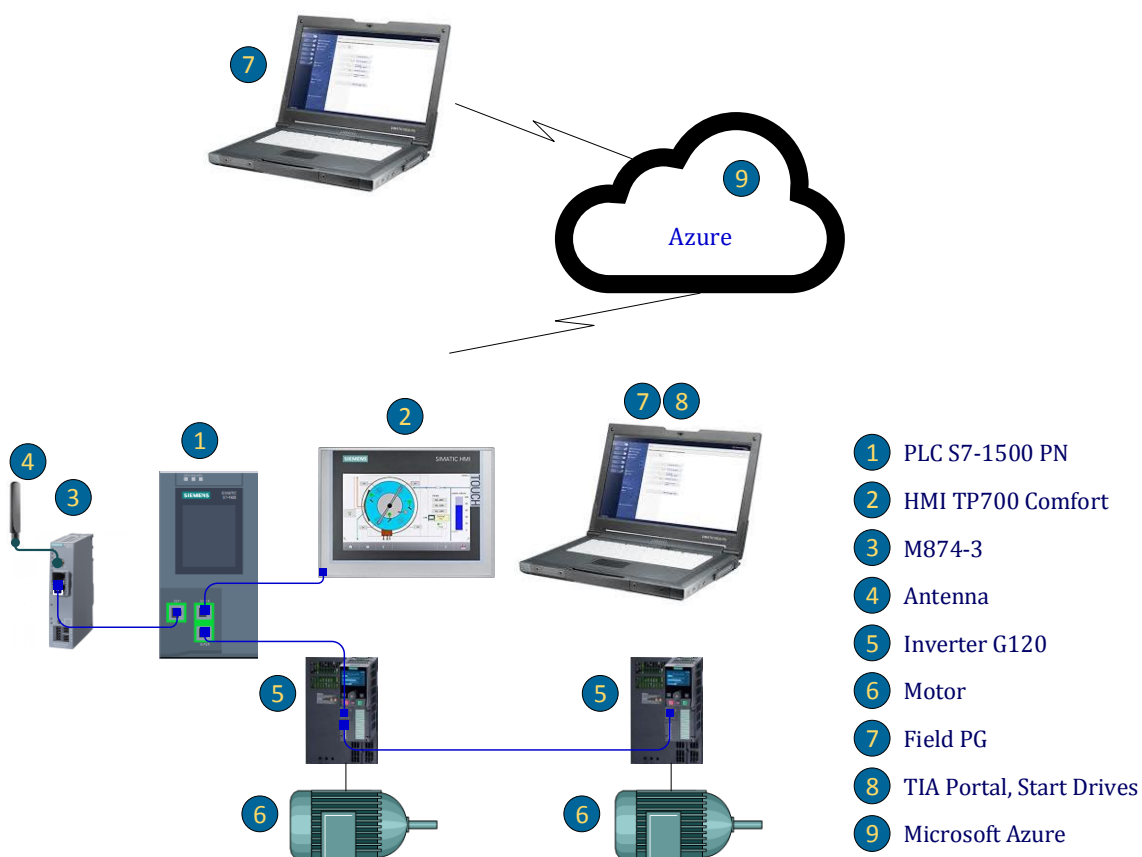
Giải pháp mô tả việc đưa dữ liệu thu thập được từ PLC S7-1500 lên Microsoft Azure IoT Hub thông qua giao thức MQTT. Dữ liệu này có thể được lưu trữ trong Azure SQL Database hoặc hiển thị trực tuyến trên nền web thông qua dịch vụ Power BI của Microsoft. Quá trình thực hiện được cụ thể trong giản đồ trong hình 1.



Hình 1. Lược đồ tổng quan của giải pháp

## 1.2. Các thành phần sử dụng

Cấu trúc hệ thống minh họa giải pháp được thể hiện qua hình 2. Code đi kèm với giải pháp được thực hiện trên cấu trúc này.



Hình 2. Cấu trúc hệ thống để minh họa cho giải pháp

Các ví dụ minh họa được thực hiện bằng các phần cứng và phần mềm cần thiết (tối thiểu) được thể hiện qua bảng 1.

Bảng 1. Các thành phần sử dụng trong minh ví dụ minh họa

Thành phần	Số lượng	Mã hàng	Ghi chú
CPU 1513-1 PN	1	6ES7 513-1AL01-0AB0	Có thể dùng các CPU 1500 khác
TIA Portal V14 hoặc V15	-	-	

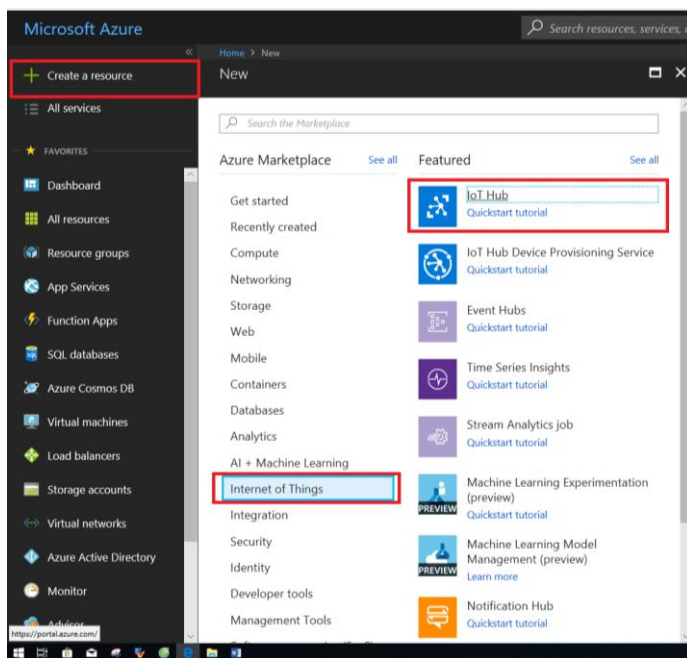
Visual Studio Community 2015	-	-	
Power BI trên nền web	-	-	<a href="http://app.powerbi.com">app.powerbi.com</a>
Microsoft Azure Portal	-	-	<a href="http://portal.azure.com">portal.azure.com</a>

## 2. CẤU HÌNH MICROSOFT AZURE

### 2.1. Tạo Azure IoT Hub

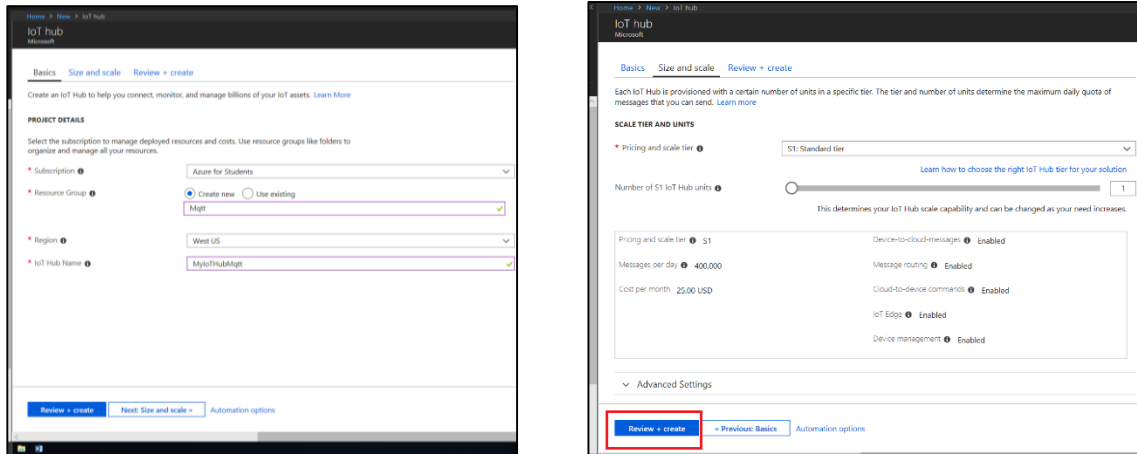
Mục đích là tạo ra một MQTT broker để PLC S7-1500 kết nối vào. Tuy nhiên, IoT Hub không phải là một MQTT broker hoàn chỉnh. Dữ liệu chỉ có thể đi một chiều từ publisher đến broker, nói cách khác, các MQTT publisher khác không thể đăng kí (Subscriber) chủ đề (topic) từ broker.

- Trên giao diện Microsoft Azure Portal, chọn Create a resource > Internet of Things > IoT Hub (hình 3).



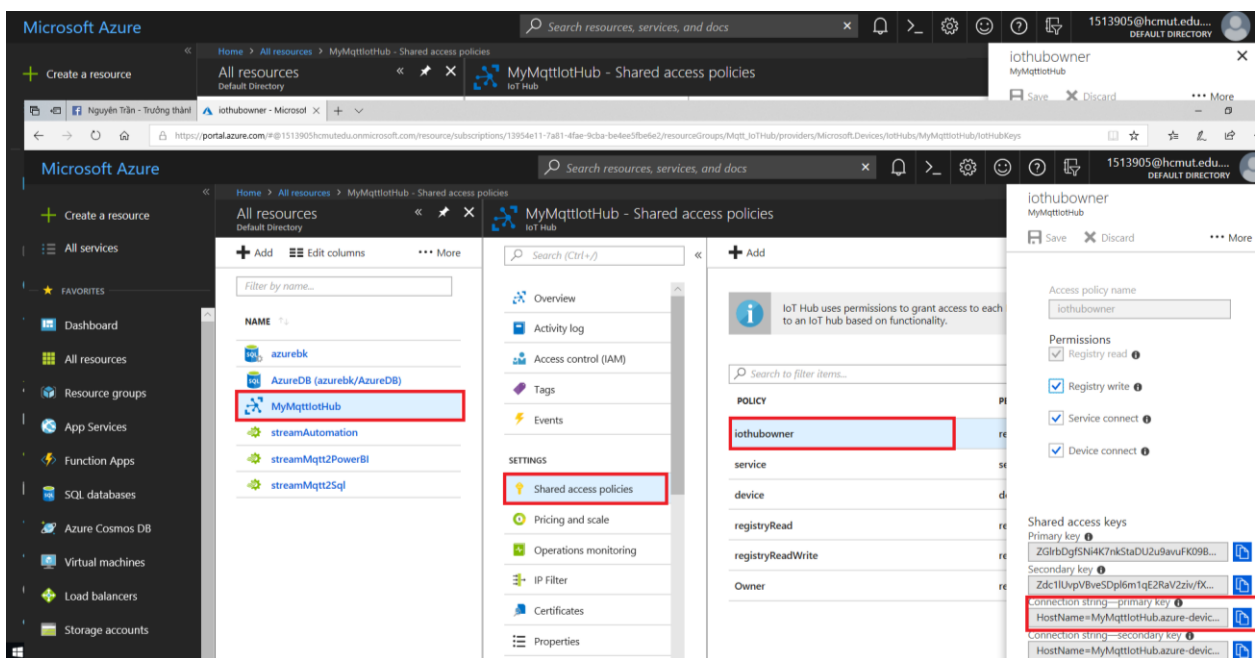
Hình 3. Tạo IoT Hub

- Chọn Resource group và đặt tên cho IoT Hub. Chọn gói đăng kí thích hợp rồi nhấn Create (hình 4).



Hình 4. Thông tin chi tiết IoT Hub

- Sau khi tạo thành công, chọn All resources > IoT Hub vừa tạo và sao chép Connection string như hình bên dưới (sẽ dùng ở phần sau) (hình 5).

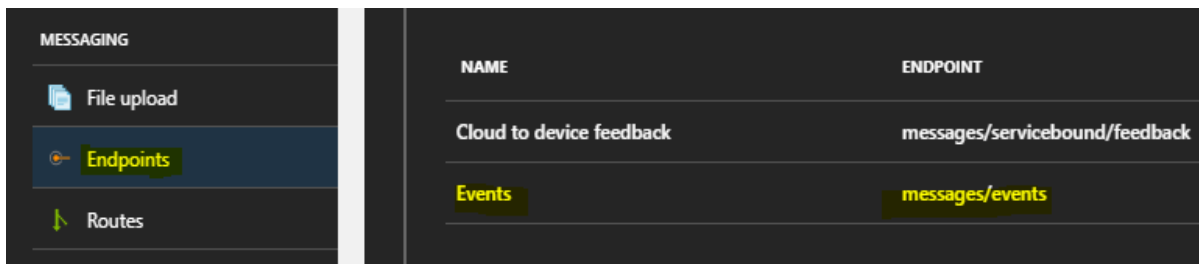


Hình 5. Copy connection string của IoT hub vừa tạo ra

#### Lưu ý:

- Trong IoT Hub vừa tạo, chọn Endpoints, cửa sổ Endpoints xuất hiện. Mặc định sẽ có hai Endpoints là “Events” và “Cloud to device feedback” (hình 6), trong đó tin nhắn từ MQTT publisher gửi lên sẽ đi vào “Events”.

- Để xử lý, lưu trữ và hiển thị trực quan các dữ liệu tin nhắn, cần phân luồng chúng đến các dịch vụ khác mà Microsoft Azure hỗ trợ (Event Hubs, Stream Analytics, Notification Hub, Machine Learning, HDInsight, SQL DB, Cosmos DB, Power BI, Service Bus Message,...).



The screenshot shows the 'MESSAGING' section of the Azure IoT Hub interface. On the left, there is a sidebar with options: 'File upload', 'Endpoints' (highlighted in blue), and 'Routes'. The main area displays a table with two columns: 'NAME' and 'ENDPOINT'. The table contains two rows: 'Cloud to device feedback' with endpoint 'messages/servicebound/feedback', and 'Events' with endpoint 'messages/events'.

NAME	ENDPOINT
Cloud to device feedback	messages/servicebound/feedback
Events	messages/events

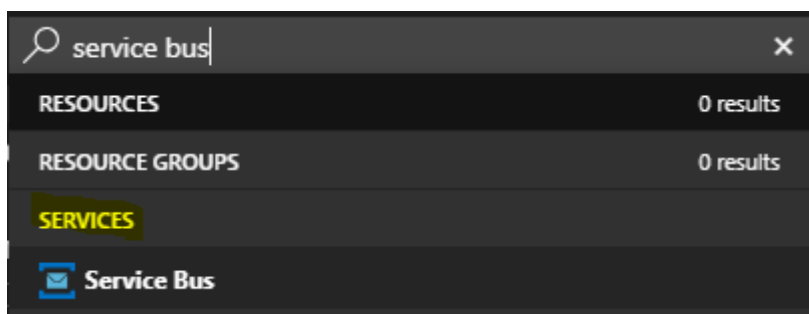
Hình 6. Hai Endpoints mặc định trong IoT Hub




## 2.2. Tạo Service Bus Namespace

Mục đích là để chuyển hướng tin nhắn gửi lên sang lưu trữ ở Azure SQL DB. Nếu không có nhu cầu lưu trữ có thể chuyển đến phần 2.3.3.

- Trên thanh tìm kiếm của Azure Portal, nhập “Service Bus” sau đó chọn Service Bus (hình 7).



Hình 7. Tìm kiếm Service Bus để thêm vào

- Chọn biểu tượng “Add”: 
- Nhập các thông số yêu cầu, resource group có thể tạo mới hoặc dùng với resource đã có, **riêng location phải trùng với location của IoT hub** (hình 8).

**Create namespace**  
Service Bus

\* Name  
yourservicebusnamespace ✓  
.servicebus.windows.net

\* Pricing tier ([View full pricing details](#))  
Standard

\* Subscription  
Azure for Students

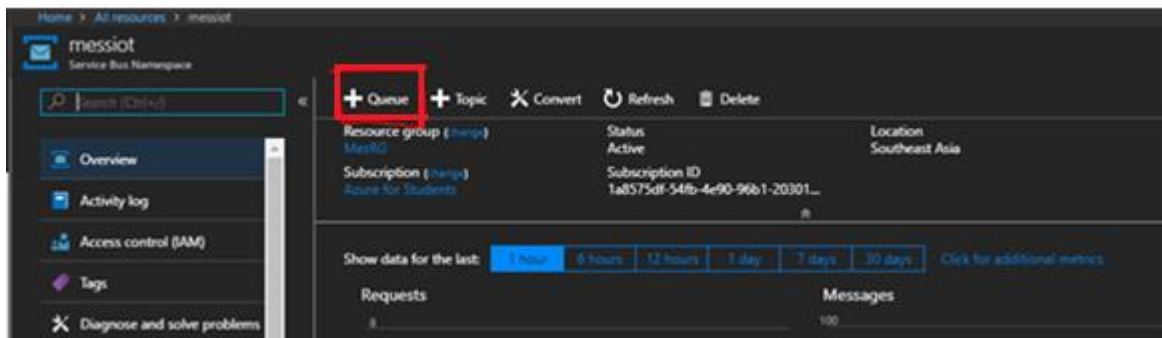
\* Resource group  
☐ Create new ☒ Use existing  
 MesRG

\* Location  
Southeast Asia

Create

Hình 8. Tạo Service Bus

- Vào Service Bus Namespace vừa tạo, chọn vào biểu tượng “+Queue” (hình 9).



Hình 9. Tạo Queue trong Service Bus

- Nhập vào tên Queue của bạn, chọn dung lượng phù hợp rồi nhấn Create (hình 10).

**Create queue**  
Service Bus

\* Name ⓘ  
yourqueue ✓

Max queue size  
1 GB ▾

Message time to live ⓘ  
Days: 14, Hours: 0, Minutes: 0, Seconds: 0

Lock duration ⓘ  
Days: 0, Hours: 0, Minutes: 0, Seconds: 30

☐ Enable duplicate detection ⓘ  
☐ Enable dead lettering on message expiration ⓘ  
☐ Enable sessions ⓘ  
☒ Enable partitioning ⓘ

Create

Hình 10. Thông tin của Queue

**Kết quả:** “queue1” vừa được tạo thành trong cửa sổ ENTITIES > Queues (hình 11).

messiot - Queues  
Service Bus Namespace

Search (Ctrl+J) << + Queue Refresh

Search to filter items...

NAME	STATUS	MAX SIZE	ENABLE PARTITIONING
queue1	Active	16 GB	true

Properties  
Locks  
Automation script

ENTITIES  
Queues  
Topics

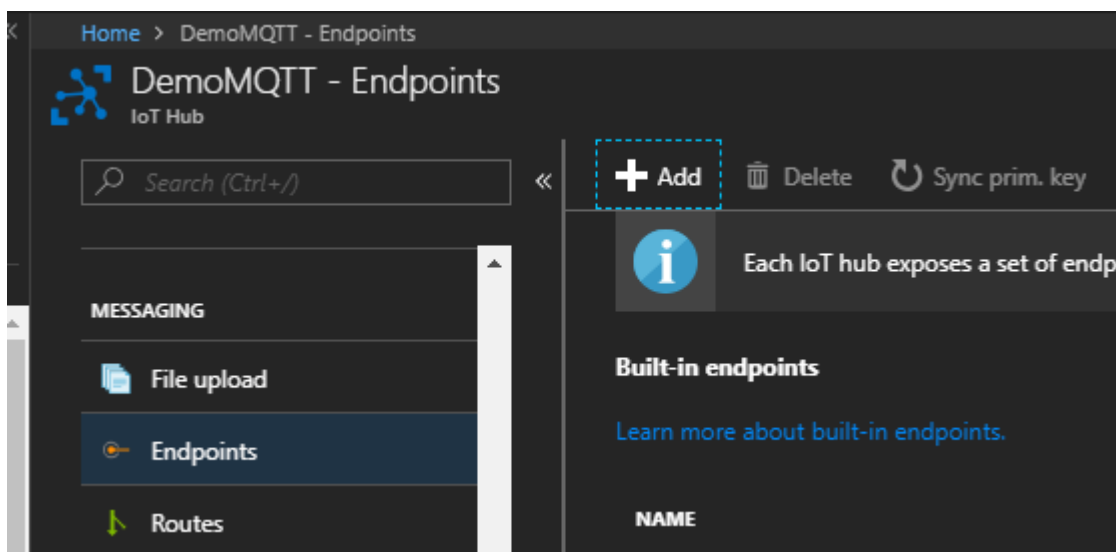
Hình 11. Danh sách Queue được tạo

## 2.3. Cấu hình Azure IoT Hub

### 2.3.1. Tạo Endpoint

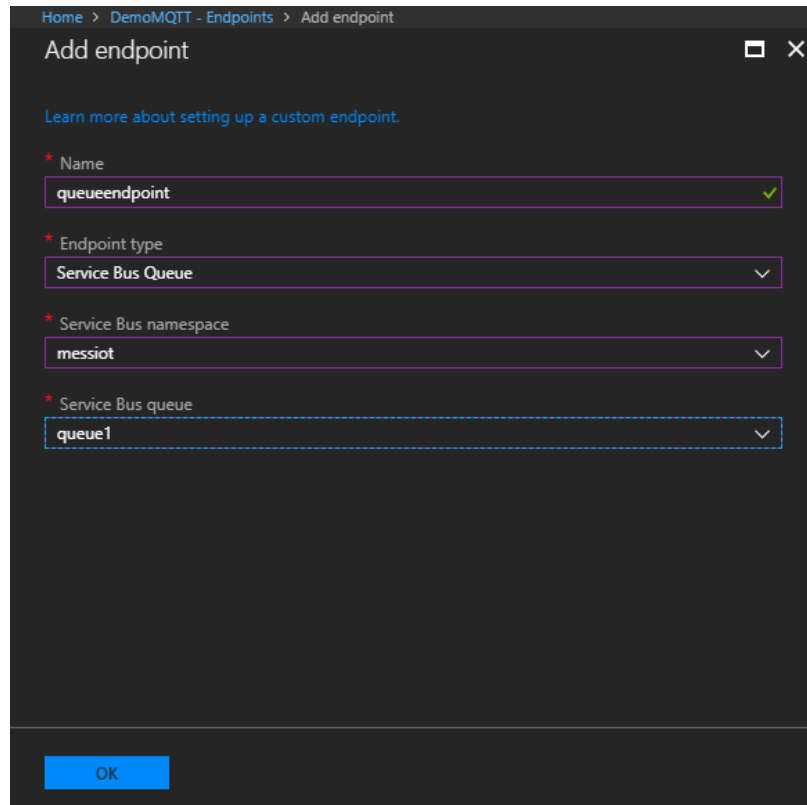
Endpoint giúp chuyển hướng tin nhắn đi vào những dịch vụ khác, thay vì đi vào “Events” như mặc định.

- Trên giao diện Azure Portal, mở IoT Hub đã tạo và chọn “Endpoint”, nhấn nút “Add” để thêm endpoint mới (Hình 12).



Hình 12. Thêm EndPoint mới

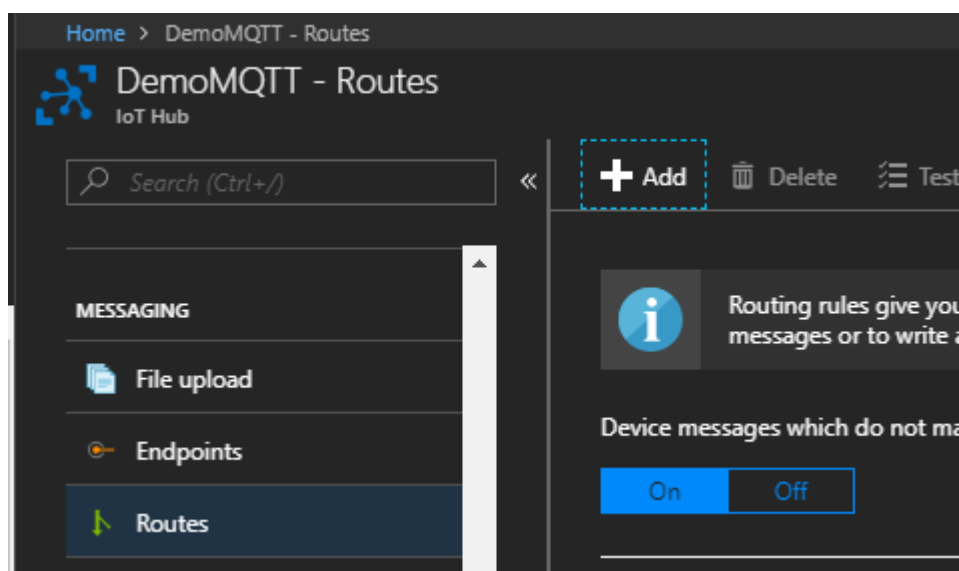
- Nhập tên endpoint trong phần Name, Endpoint Type chọn Service Bus Queue, Service Bus namespace chọn Service Bus namespace đã tạo, Service Bus Queue chọn Queue đã tạo rồi nhấn OK (hình 13).



Hình 13. Chọn Endpoint mới là loại Service Bus Queue

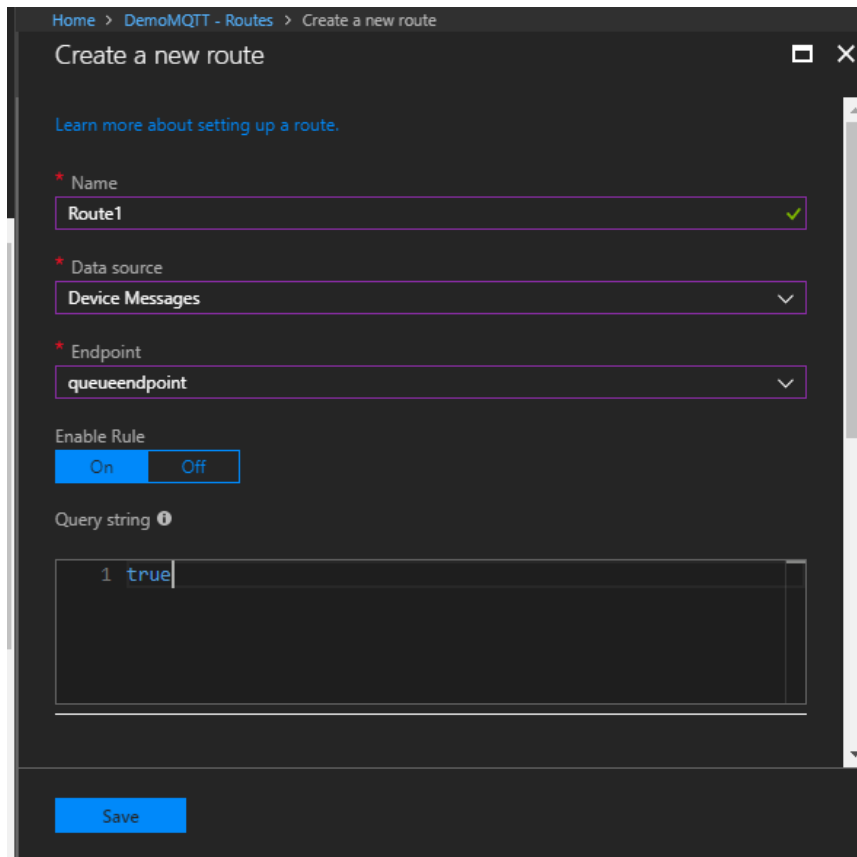
### 2.3.2. Tạo Route

- Trên giao diện Azure Portal, mở IoT Hub vừa tạo, chọn mục “Route”, nhấn biểu tượng “Add” để thêm route mới.



Hình 14. Tạo Route

- Nhập tên route vào khung Name, Data source chọn Device Messages, Endpoint chọn endpoint vừa tạo, các thành phần còn lại làm theo hướng dẫn trong hình rồi nhấn Save (hình 15).



Home > DemoMQTT - Routes > Create a new route

Create a new route

[Learn more about setting up a route.](#)

\* Name  
Route1 ✓

\* Data source  
Device Messages ▼

\* Endpoint  
queueendpoint ▼

Enable Rule  
☒ On ☐ Off

Query string ⓘ  
1 true

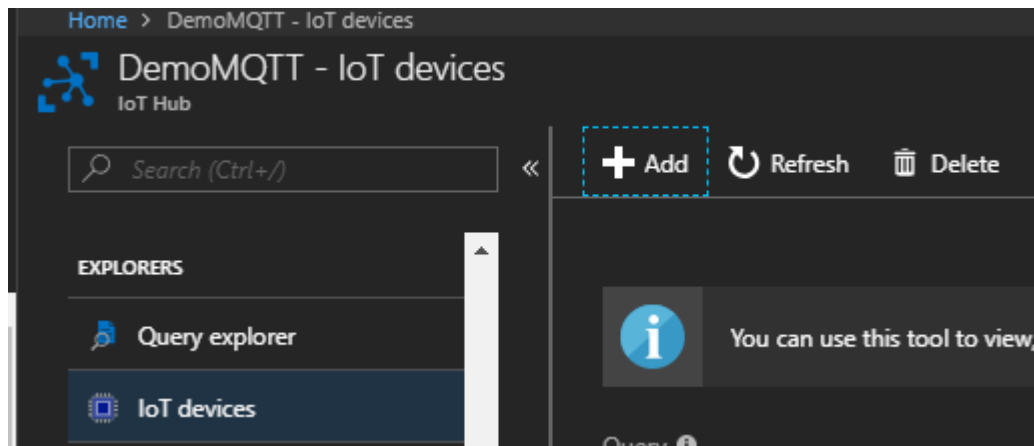
Save

Hình 15. Mô tả Route được tạo

### 2.3.3. Tạo Device (Device ID)

Device ID có thể tạo trong Azure Portal hoặc bằng ứng dụng *Device Explorer* được viết để hỗ trợ Azure IoT Hub chạy trên Windows:

- **Cách 1:** Tạo Device ID trực tiếp bằng Azure Portal:
  - Vào mục “IoT devices” chọn biểu tượng “+Add”:

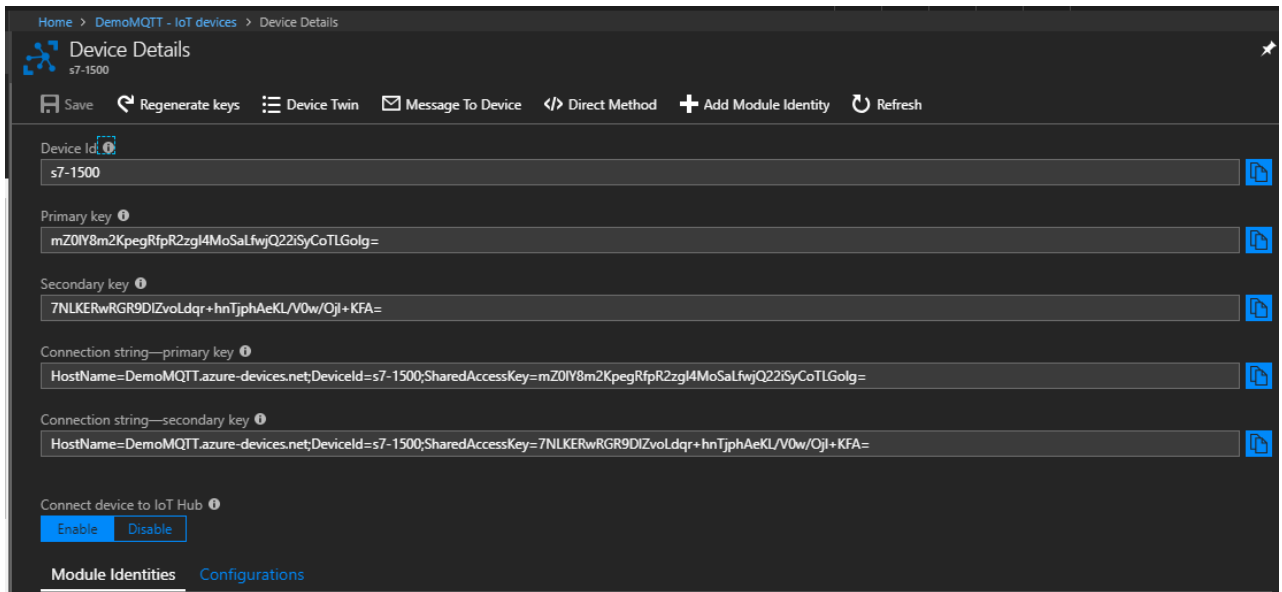


Hình 16. Tìm kiếm IoT devices

- Nhập tên vào khung Device ID và chọn vào “Auto Generate Keys” để Azure tự tạo các SAS key cho Device ID, sau đó bấm “Save” (hình 17).

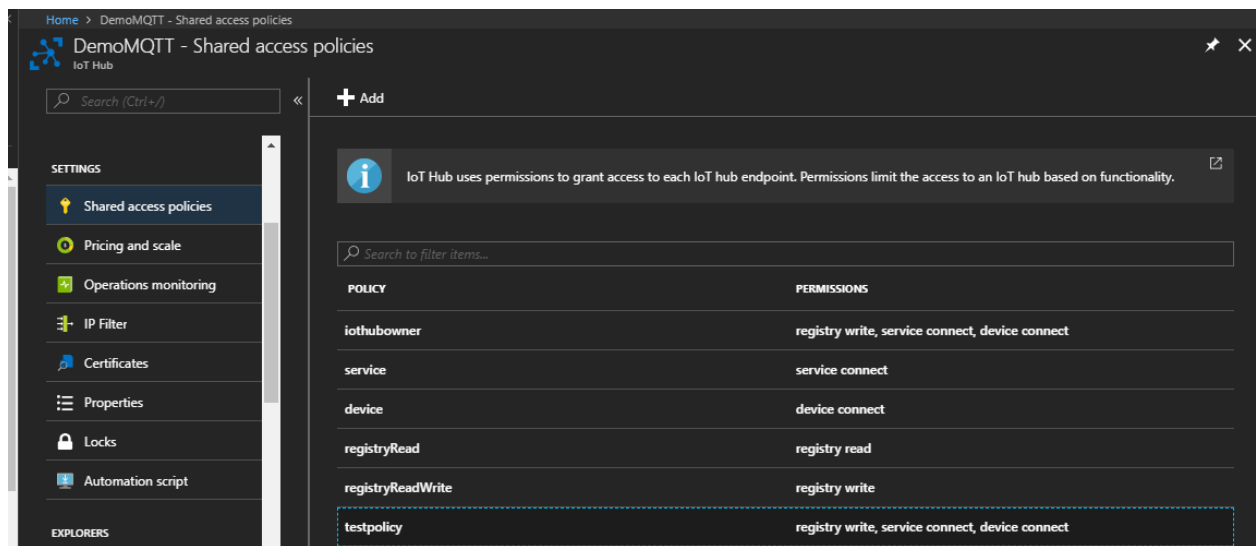
Hình 17. Tạo Device ID

- Tạo xong chọn vào Device ID vừa tạo sẽ có dạng như hình 18.



Hình 18. Định dạng của Device ID vừa tạo

- **Cách 2:** Tạo Device ID bằng Device Explorer. Phần mềm Device Explorer cũng có thể tìm thấy trong các file đi kèm cho giải pháp này.
  - Trên giao diện Azure Portal, mở IoT Hub và chọn “Shared access policies”



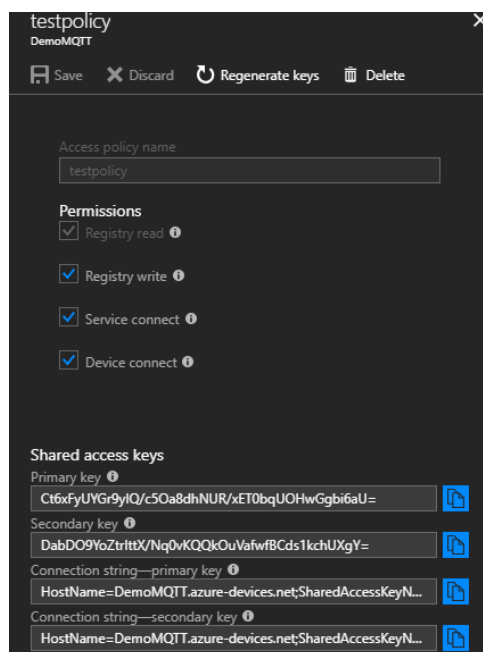
Hình 19. Shared access policies

Ta sẽ thấy các policy, mỗi policy có giới hạn quyền hạn khác nhau để truy cập vào IoT Hub. Azure đã tạo sẵn các Policy có phân quyền khác nhau có thể sử dụng tùy ý, trong đó iothubowner có phân quyền truy cập đầy đủ nhất. Ta có thể tạo thêm các policy khác có phân quyền truy cập theo mục đích sử dụng bằng cách bấm vào nút “+Add”. Ở project này tạo thêm policy testpolicy cũng



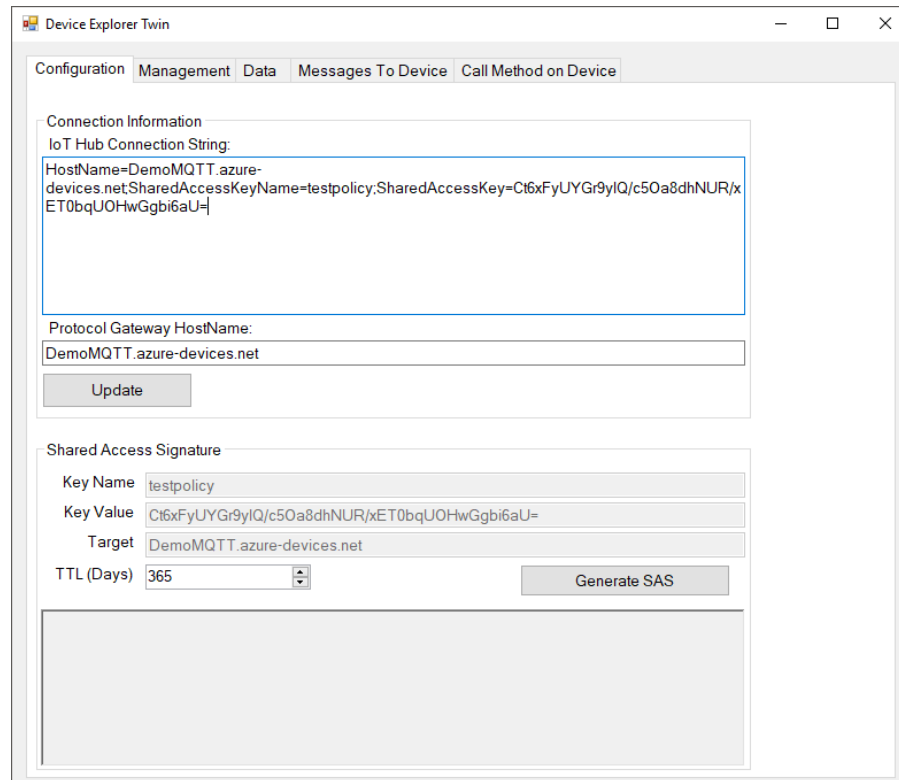
có phân quyền truy cập đầy đủ. Ý nghĩa các phân quyền truy cập chi tiết có thể tham khảo tại phần 6.

- Chọn vào testpolicy (hoặc iothubower), sao chép “Connection string—primary key” (hình 20).



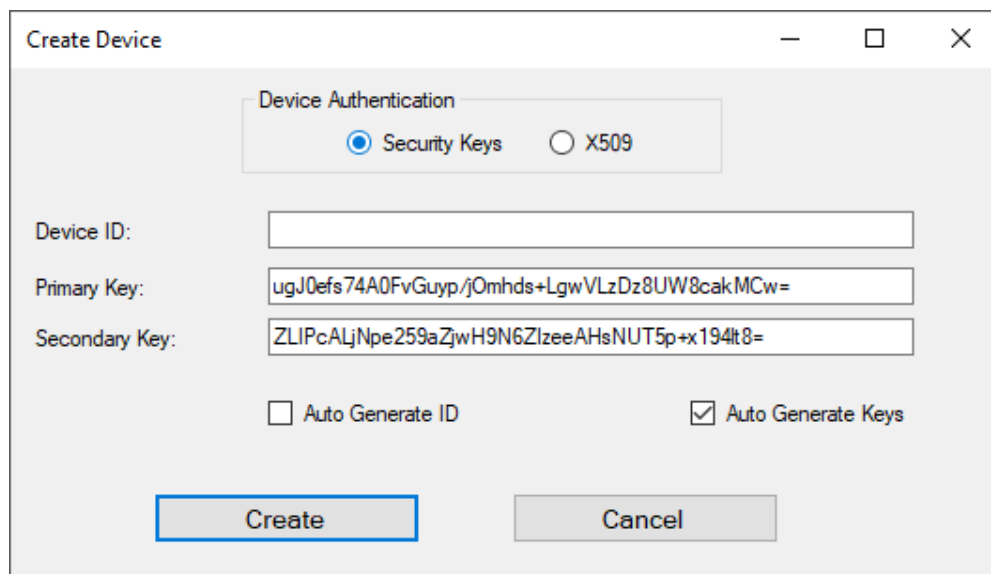
Hình 20. Sao chép Connection string—primary key

- Mở phần mềm Device Explorer, dán nội dung vừa copy vào IoT Hub Connection String (hình 21).



Hình 21. Paste Connection string—primary key vào IoT Hub Connection String

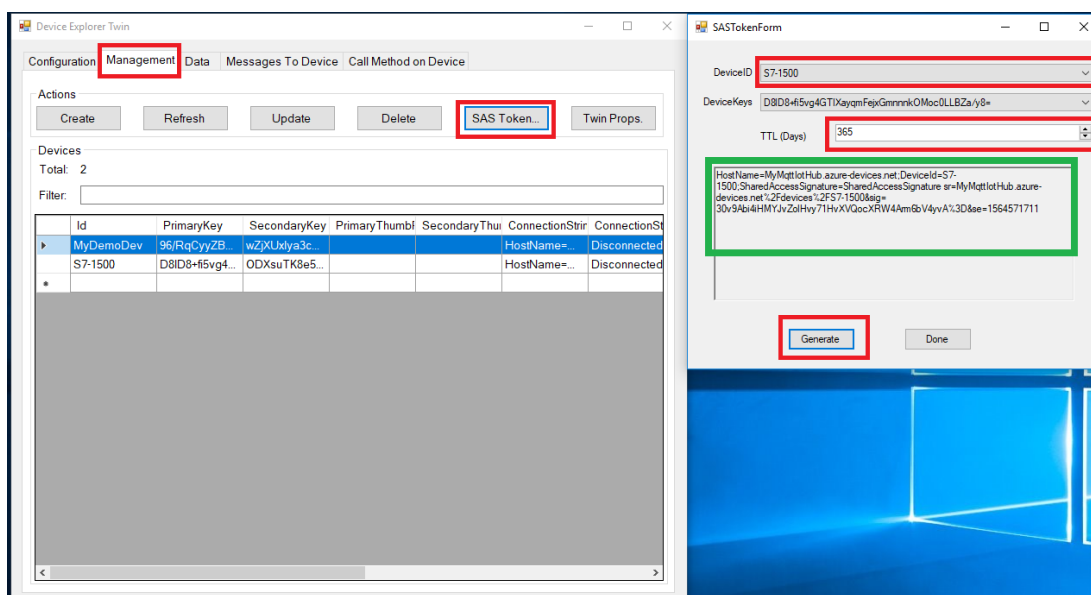
- Ở tab Configuration, trong “Protocol Gateway Hostname” của Device Explorer điền vào hostname IoT Hub rồi nhấn Update.
- Chuyển sang tab “Management”, nhấn nút Create để tạo Device ID mới:



Hình 22. Tạo Device ID mới

- Chọn “*Security Keys*” đồng thời chọn “*Auto Generate Keys*” để chương trình tự tạo SAS key cho Device ID. Nhập tên *Device ID* tường minh cho ứng dụng hoặc tạo ID tự động bằng cách chọn “*Auto Generate ID*”. Sau đó bấm *Create*. Device ID được tạo sẽ có kết quả giống như khi tạo trực tiếp từ Azure Portal.

Sau khi đã tạo xong Device ID theo một trong hai cách trên, ở tab “*Management*” của *Device Explorer*, chọn “*SAS Token*” để tạo chuỗi SAS Token, nội dung của chuỗi này là password để truy cập vào broker. Chọn *DeviceID* là thiết bị vừa tạo, *DeviceKeys* là có thể là *Primary Key* hoặc *Secondary Key* tương ứng của device ID, nhập thời gian hạn dùng của SAS Token được tạo mong muốn, sau đó bấm “*Generate*” (hình 23).



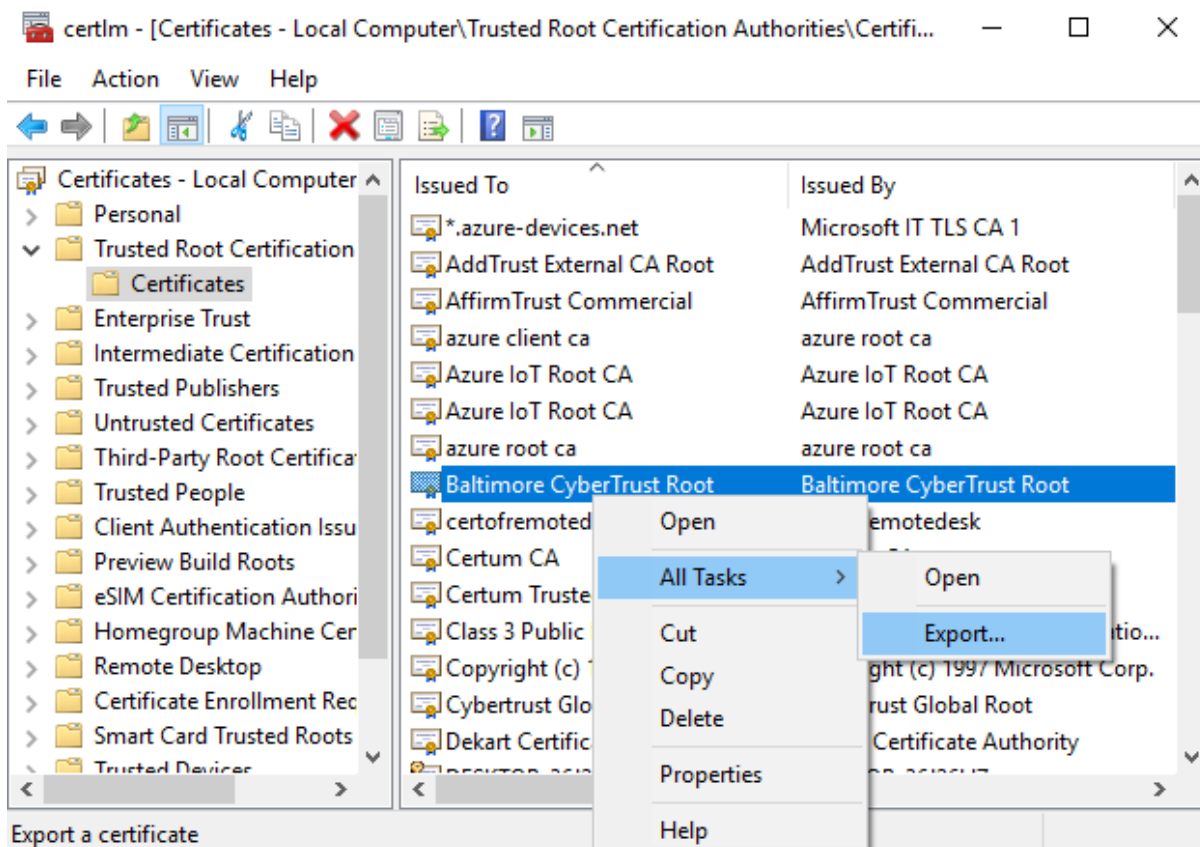
Hình 23. Tạo SAS Token

Sao chép nội dung vừa sinh ra, bắt đầu từ *SharedAccessSignature* đến hết và lưu lại để sử dụng sau. Giả sử nội dung là:

*SharedAccessSignature sr=iothubname.azure-devices.net%2fdevices%2fDeviceId&sig=kPszXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXAhLT%2bV7o%3d&se=148770950.*

### 2.3.4. Certificate Authority (CA) của Azure IoT Hub

IoT Hub sử dụng bảo mật TLS, do đó cần certificate để có thể kết nối với nó như một MQTT Broker. Certificate này có tên là Baltimore Root Certificate, có thể tải về từ liên kết ở phần 5 hoặc vào Manage Computer Certificates của máy tính > Tìm Baltimore Root Certificate > Nhấn chuột phải chọn Export rồi chọn nơi lưu Certificate. Certificates cũng có thể tìm thấy trong trong các file đi kèm cho giải pháp này.



Hình 24. Export Certificates

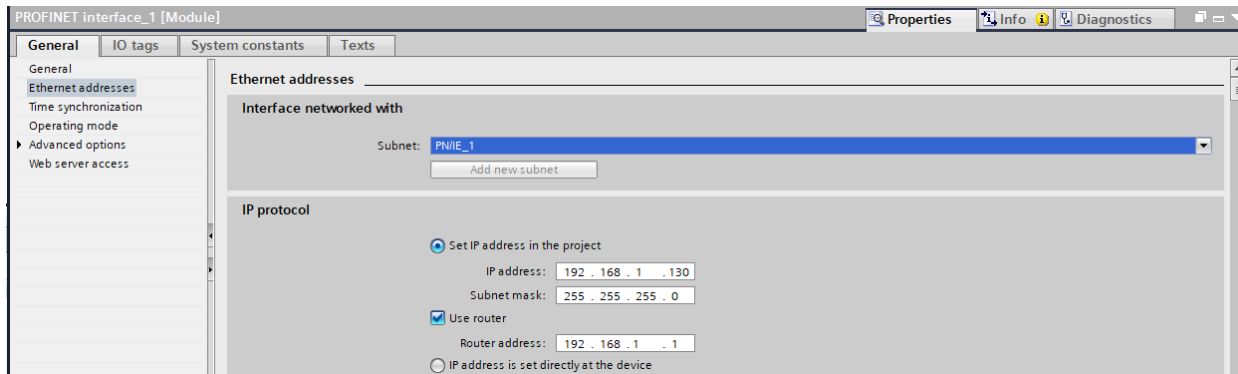
### 3. KẾT NỐI PLC S7-1500 VỚI MICROSOFT AZURE IoT HUB QUA GIAO THỨC MQTT

Để kết nối PLC S7-1500 với Microsoft Azure IoT Hub, ta sử dụng thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure do Siemens phát triển. Ngoài ra có thể dùng thư viện MQTT Client do thành viên Yuwen-Tang trên diễn đàn Siemens tạo ra. Liên kết tải về hai thư viện trên có thể tìm thấy ở phần 5. Trong ví dụ này, ta sử dụng thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure. Dưới đây là chỉ dẫn chi tiết, tuy nhiên đi kèm với giải pháp này có file Code của PLC, chúng ta có thể sử dụng thư viện trực tiếp ở trên đó hoặc copy.

#### 3.1. Tích hợp thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure vào dự án TIA Portal

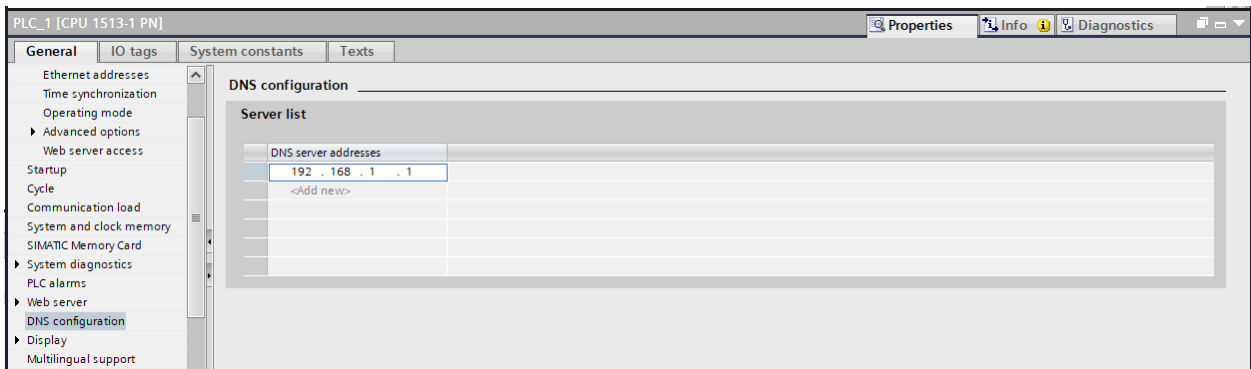
##### Tạo dự án TIA Portal

Tạo dự án TIA Portal với CPU mong muốn. Kết nối PLC với router rồi tiến hành cấu hình Ethernet cho PLC (hình 25).



Hình 25. Cấu hình địa chỉ IP và Router cho PLC S7-1500

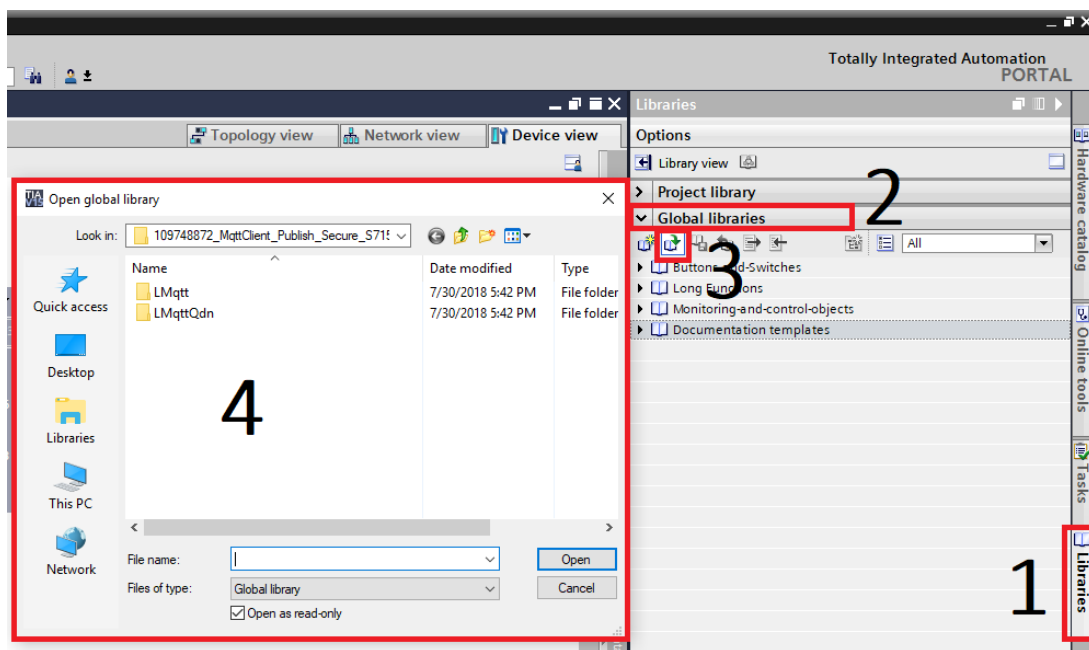
Nếu sử dụng thư viện LMqttQdn Publish Secure cần cấu hình thêm DNS cho PLC (hình 26).



Hình 26. Cấu hình DNS cho PLC S7-1500

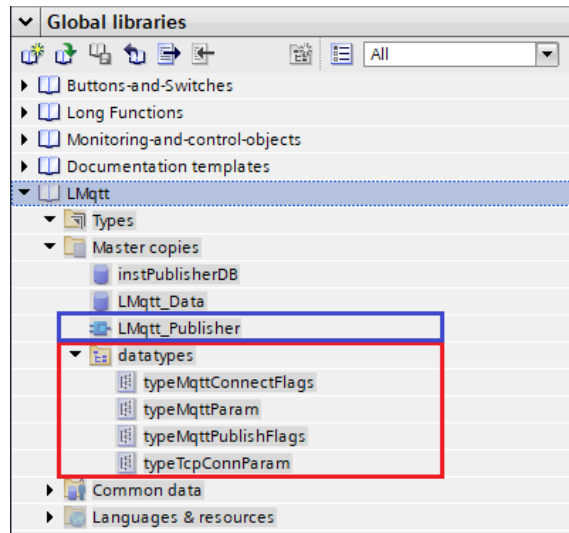
### Sao chép các khối cần thiết

1. Giải nén file ZIP chứa thư viện ở mục 4 vào đường dẫn trên máy tính.
2. Mở tab “library” trong phần mềm TIA Portal, chọn “Global library” rồi nhấp chuột vào biểu tượng “Open global library”. Cửa sổ “Open global library” xuất hiện.



Hình 27. Import thư viện MQTT

3. Đi đến thư mục giải nén, chọn thư viện LMqtt hoặc LMqttQds rồi nhấn Open.
4. Chép nội dung thư mục datatypes vào PLC data types, FB LMqtt\_Publisher vào Program blocks của dự án.



Hình 28. Import thư viện MQTT

## Gọi hàm và cấu hình

Gọi FB LMqtt\_Publisher trong một khối quét chu kì (ví dụ như OB1), một data block được sinh ra.

## Chỉnh sửa thư viện

Mặc định, thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure giới hạn độ dài của trường username và password đăng nhập MQTT broker là 20 kí tự. Muốn kết nối với Microsoft Azure IoT Hub, cần thay đổi chiều dài của hai thành phần này theo các bước sau:

- Trong cửa sổ Project tree, chọn PLC data types và mở kiểu dữ liệu “typeMqttParam” (hình 29).

typeMqttParam							
	Name	Data type	Default value	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	connectFlag	*typeMqttConne...		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	publishFlag	*typeMqttPublishFl...		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	keepAlive	Word	16#0A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	packetIdentifier	Word	16#10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	clientIdIdentifier	String[23]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	willTopic	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	willMessage	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	userName	String[20]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	password	String[20]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	topic	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	message	String	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hình 29. Chọn typeConnectionParam

- Thay đổi độ dài của hai tham số username và password cho phù hợp với IoT Hub. Ở đây ta cho chọn độ dài chuỗi là 254 ký tự (hình 30). Biên dịch lại chương trình.

typeMqttParam							
	Name	Data type	Default value	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	connectFlag	*typeMqttConnectF...		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	publishFlag	*typeMqttPublishFl...		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	keepAlive	Word	16#0A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	packetIdentifier	Word	16#10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	clientIdIdentifier	String[23]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	willTopic	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	willMessage	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	userName	String[254]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	password	String[254]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	topic	String[100]	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	message	String	""	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hình 30. Thay đổi kích thước Username và Password

## 3.2. Cấu hình thư viện LMqtt/ LMqttQdn Publish Secure để kết nối với Microsoft Azure IoT Hub

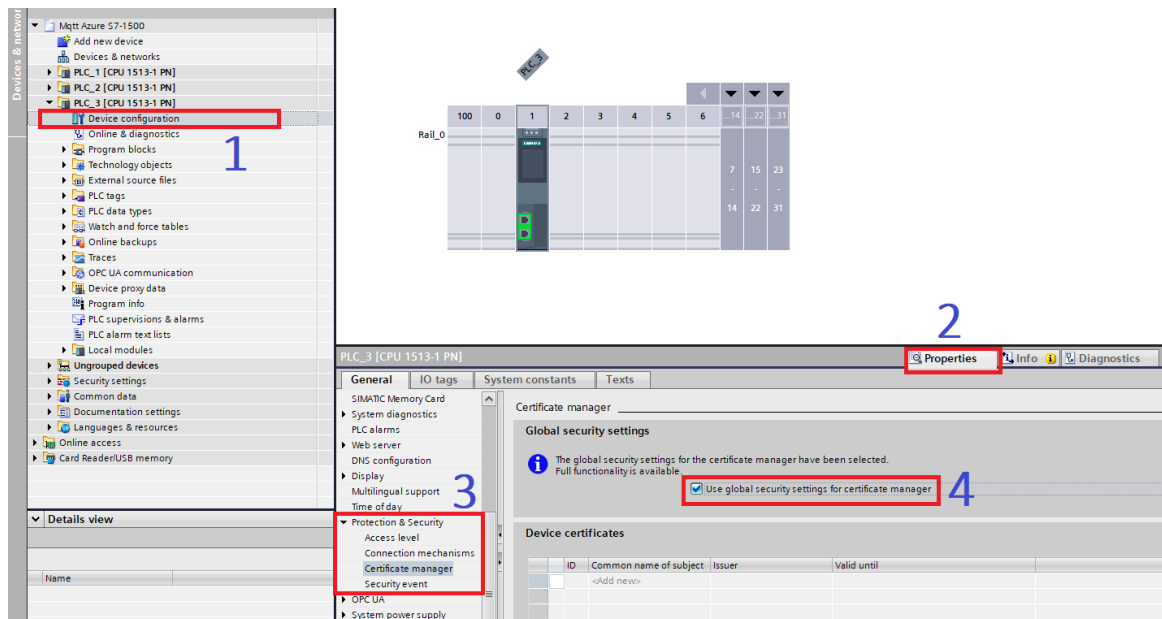
Lưu ý:

- IoT Hub không cần xác thực chứng chỉ của MQTT Publisher, chỉ cần PLC xác thực chứng chỉ của Hub mà thôi. Tham khảo phần 2.3.4 để tạo chứng chỉ Baltimore Root Certificate cho IoT Hub.
- Đảm bảo thời gian của PLC được đồng bộ với thời gian máy tính (sử dụng chức năng Set time của phần mềm TIA Porta, hoặc đồng bộ thời gian sử dụng NTP server).
- Đưa múi giờ PLC về UTC nếu kết nối có lỗi về chứng chỉ.

### Kích hoạt “Global certificate manager”

1. Trong Project tree, chọn Device configuration. Ở tab “Properties”, chọn “Protection & Security” > Certificate manager.
2. Nhấp chọn ô “Use global security settings for certificate manager” (hình 31).

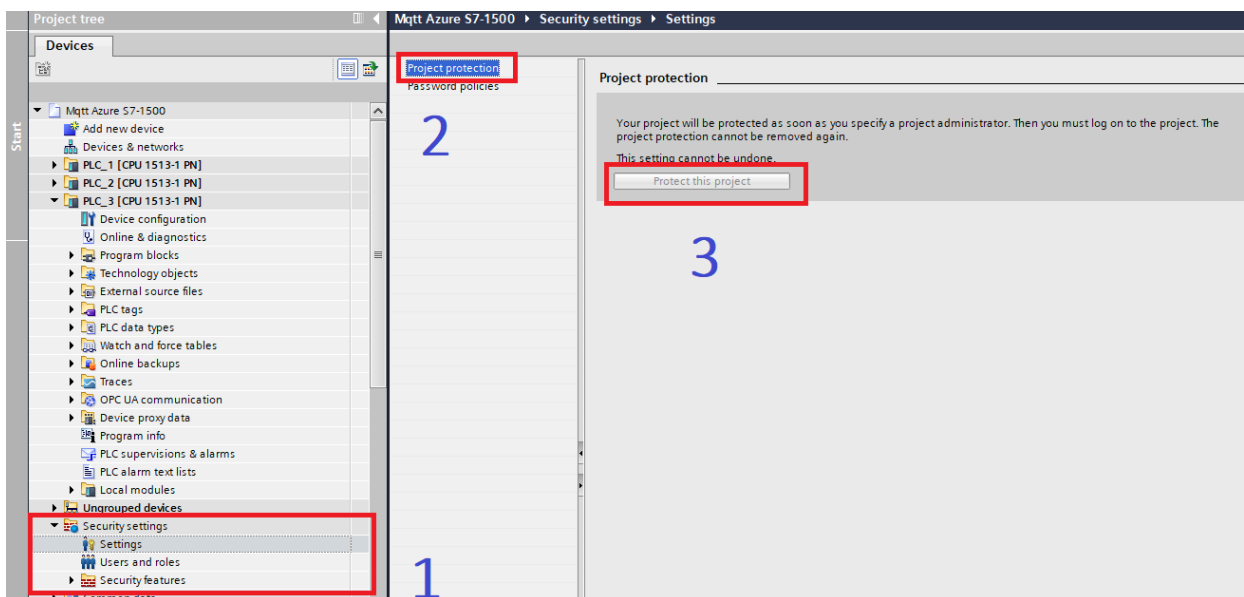




Hình 31. Kích hoạt Global certificate manager

## Tạo tài khoản đăng nhập dự án

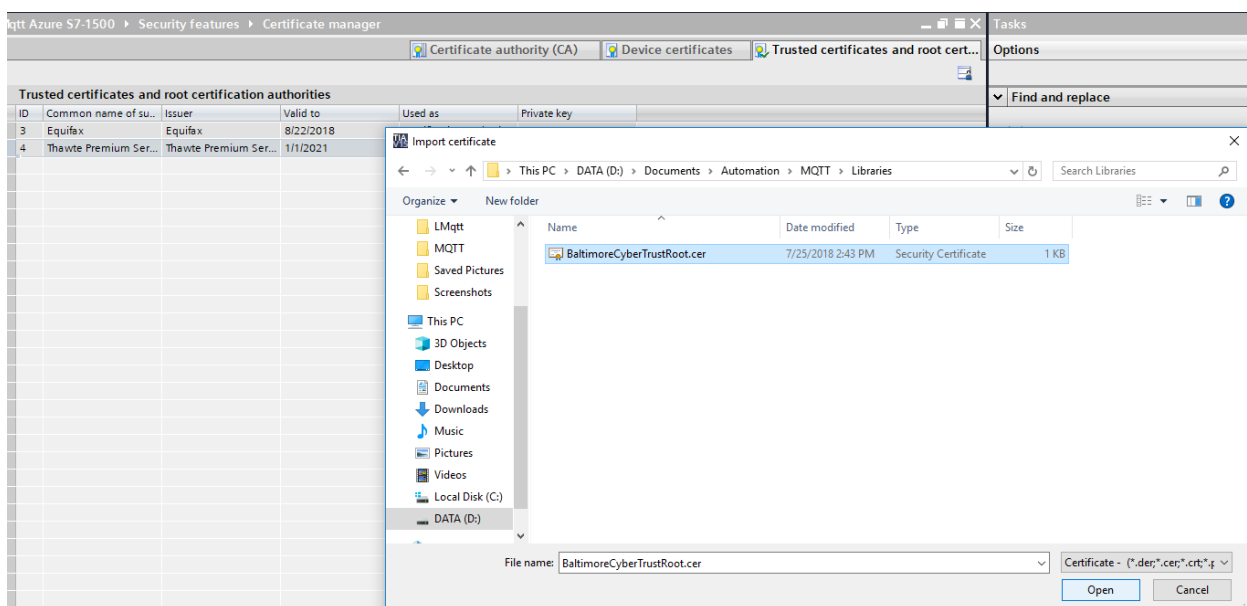
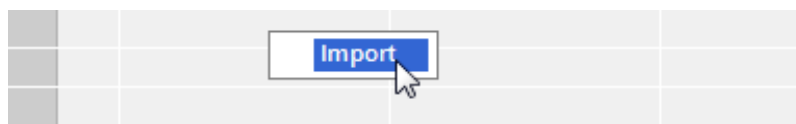
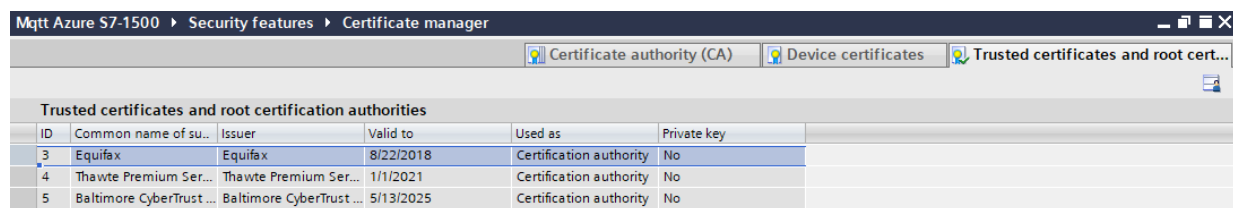
1. Trong Project tree, chọn Security settings > Settings > Project protection
2. Nhấp chuột vào Protect this project rồi điền thông tin tài khoản (tên đăng nhập, mật khẩu) sau đó nhấn OK.



Hình 32. Cài đặt User và Password

## Nhập chứng chỉ của broker

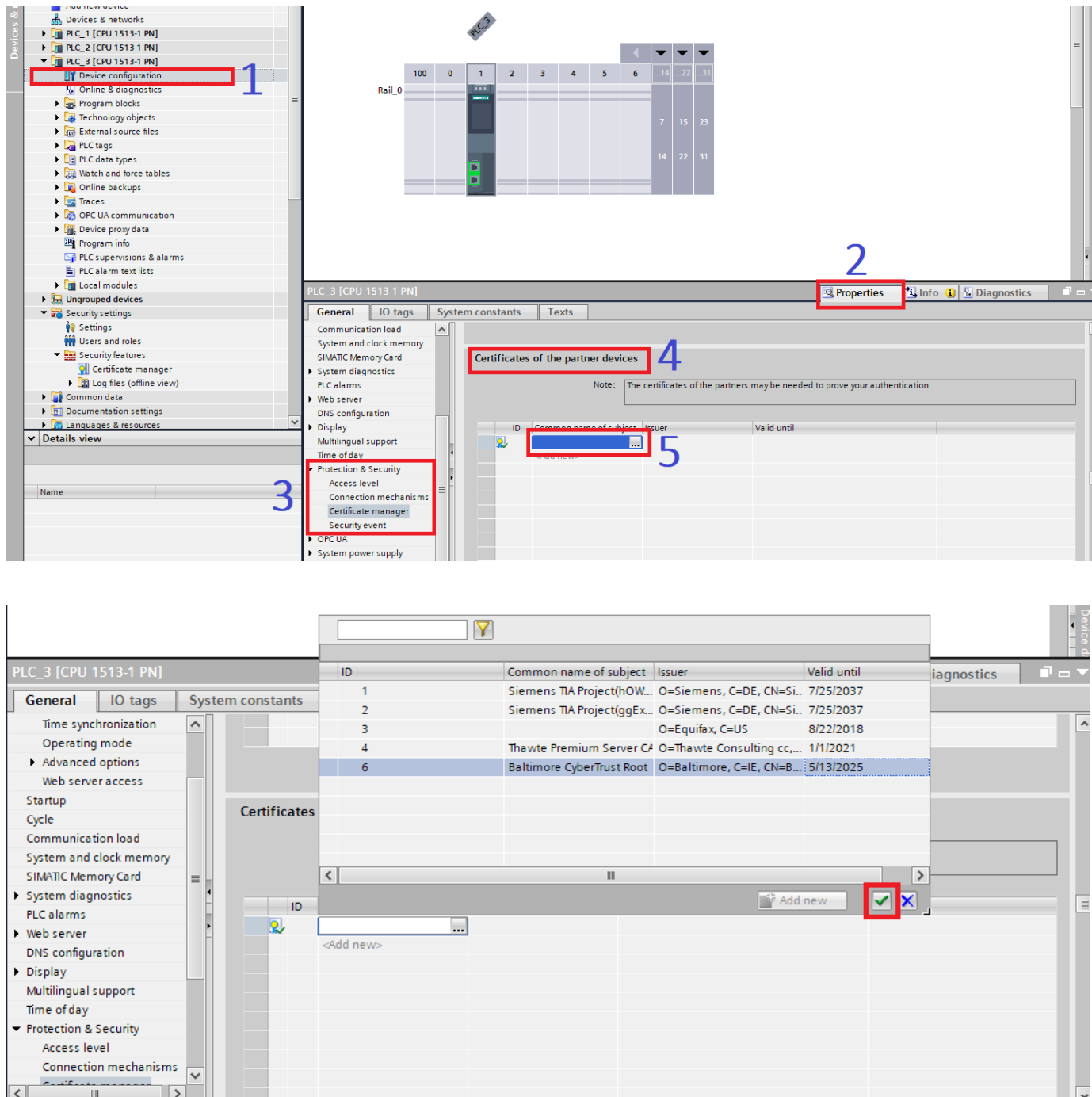
1. Sau khi tạo tài khoản, trong Project tree, chọn Security settings > Security features > Certificate manager.
2. Chọn bằng Trusted certificates and root authorities (hình 33).
3. Nhấp chuột phải rồi chọn “Import”, đi đến đường dẫn chứa file chứng chỉ Baltimore Root Certificate.



Hình 33. Import Certificates

## Thêm chứng chỉ vào cấu hình PLC

1. Trong Project tree, chọn Device configuration. Ở tab “Properties”, chọn “Protection & Security” > Certificate manager (hình 34).
2. Đi đến phần “Certificates of the partner devices” rồi chọn chứng chỉ vừa thêm bên trên.



Hình 34. Nhập chứng chỉ vào cấu hình PLC

Kết quả là chứng chỉ được thêm vào CPU, ghi nhớ ID của chứng chỉ (ở đây là 6) để cấu hình data block LMqtt\_Publisher\_DB.

**Xác định địa chỉ IP của IoT Hub** (bỏ qua phần này nếu sử dụng thư viện LMqttQdn Publish Secure)

- Mở Command Prompt, gõ lệnh *ping <IoT Hub hostname>*. Trong ví dụ này, IoT Hub hostnae là “DemoMQTT.azure-devices.net”.
- Kết quả trả về là một chuỗi các kí tự, trong đó chú ý thành phần nằm trong cặp dấu ngoặc vuông [13.76.217.46] chính là địa chỉ IP của broker (hình 35).



```
Administrator: Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.16299.431]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Windows\system32>ping DemoMQTT.azure-devices.net

Pinging ihsu-prod-sg-001.cloudapp.net [13.76.217.46] with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 13.76.217.46:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\Windows\system32>
```

Hình 35. Tìm địa chỉ IP của IoT Hub

## Chỉnh sửa thông tin kết nối trong data block LMqtt\_Publisher\_DB

Các tham số trong “tcpConnParam” được cài đặt như bảng 2.

*Bảng 2. Giá trị các thông số cần cài đặt trong block LMqtt\_Publisher\_DB*

Tham số	Kiểu dữ liệu	Ý nghĩa
hwIdentifier	HW_ANY	HW ID của giao tiếp PROFINET được sử dụng. Trong ví dụ này, ta dùng cổng PROFINET có sẵn trên PLC và có HW ID là 64.
connectionID	CONN_OUC	ID của kết nối TCP. Trong ví dụ này là 1.
ipAdressBroker	Array[0..3] of BYTE	Địa chỉ IP của broker. Trong ví dụ này là 13.76.217.46 ipAddressBroker[0]: 13 ipAddressBroker[1]: 76 ipAddressBroker[2]: 217 ipAddressBroker[3]: 46
localPort	UINT	Port dịch vụ nội bộ của CPU. Trong ví dụ này là 2000.
mqttPort	UINT	Cổng kết nối của MQTT Broker. IoT Hub sử dụng cổng 8883.
activateSecureConn	BOOL	“True” để kết nối với IoT Hub qua bảo mật TLS.
validateSubjectAlternateNameOfServer	WORD	Không sử dụng trong ví dụ này.
idTlsServerCertificate	UDINT	ID của chứng chỉ Baltimore Root Certificate. Trong ví dụ này là 6.
idTlsOwnerCertificate	UDINT	Không sử dụng trong ví dụ này.

### Lưu ý:

Nếu sử dụng thư viện “LMqttQdn”, thay tham số “ipAddressBroker” bằng tham số “qdnAddressBroker”.

Bảng 3. Thay địa chỉ IP bằng URL

Tham số	Kiểu dữ liệu	Ý nghĩa
qdnAddressBroker	String[254]	Hostname của IoT Hub + kí tự "." Trong ví dụ này là: "DemoMQTT.azure-devices.net."

Các tham số trong "mqttParam".connectFlag (bảng 4).

Bảng 4. Cài đặt các thông số của mqttParam

Tham số	Kiểu dữ liệu	Ý nghĩa
cleanSession	BOOL	Nếu là "True" thì tất cả dữ liệu của phiên làm việc trước sẽ bị xoá. Trong ví dụ này ta không sử dụng nên để là "false".
Will	BOOL	Kích hoạt tính năng "Last Will and Testament". Trong ví dụ này là không sử dụng nên để là "false".
willQoS_1	BOOL	"True" nếu QoS cho last will là cấp 1. Do đã đặt will là "false" nên tham số này cũng phải là "false".
willQoS_2	BOOL	"True" nếu QoS cho last will là cấp 2. Do đã đặt will là "false" nên tham số này cũng phải là "false".
willRetain	BOOL	Nếu là "True" thì last will sẽ được lưu ngay khi nó được gửi. Do đã đặt will là "false" nên tham số này cũng phải là "false".
password	BOOL	"True" nếu broker yêu cầu thông tin đăng nhập của client. Trong ví dụ này ta đặt là "true".
username	BOOL	"True" nếu broker yêu cầu thông tin đăng nhập. Trong ví dụ này ta đặt là "true".

Các tham số trong "mqttParam".publishFlag (bảng 5).

Bảng 5. Cài đặt các thông số của *mqttParam.publishFlag*

Tham số	Kiểu dữ liệu	Ý nghĩa
qualityOfService	INT	Xác định cấp QoS cho tin nhắn MQTT. Các giá trị hợp lệ là <ul style="list-style-type: none"> <li>0: QoS cấp 0</li> <li>1: QoS cấp 1</li> <li>2: QoS cấp 2</li> </ul> Trong ví dụ này ta để giá trị mặc định là 0.
Retain	BOOL	Nếu là “True” thì tin nhắn sẽ được lưu tại broker. Trong ví dụ này ta đặt là “false”.

Các tham số khác của “mqttParam” (bảng 6)

Bảng 6. Cài đặt các thông số khác của *mqttParam*

Tham số	Kiểu dữ liệu	Ý nghĩa
keepAlive	WORD	Thời gian KeepAlive, tính bằng giây và định dạng số hex. Nếu giá trị là “0” sẽ tắt tính năng KeepAlive. Trong ví dụ này ta để giá trị mặc định.
packetIdentifier	WORD	Giá trị bắt đầu của số thứ tự gói. Số thứ tự gói sẽ được chương trình tự động tăng. Trong ví dụ này ta để giá trị mặc định.
clientIdIdentifier	String [23]	Tên của client, dùng để phân biệt các Publisher tại Broker khi kết nối thành công. Microsoft Azure yêu cầu tham số này phải trùng với “Device ID” đã tạo trong phần 2.3.3. Trong ví dụ này là “s7-1500”.
willTopic	String [100]	Nếu cờ will được bật thì chủ đề cho last will phải được định nghĩa tại đây. Ta không sử dụng will nên để mặc định giá trị này.
willMessage	String [100]	Nếu cờ will được bật thì tin nhắn cho last will phải được định nghĩa tại đây. Ta không sử dụng will nên để mặc định giá trị này.
userName	String [254]	Tên đăng nhập vào broker, có dạng: {IoT Hub hostname}/{Device ID}. Tham khảo phần 2.3.3.
password	String [254]	Mật khẩu đăng nhập vào broker, là chuỗi SAS thu được ở phần 2.3.3, có dạng:

		SharedAccessSignature sr=MyMqttIoTHub.azure-devices.net%2Fdevices%2FS7.....
topic	String [100]	Tên chủ đề. Bắt buộc phải là devices/{Device ID}/messages/events/
message	String	Nội dung tin nhắn



Các cấu hình cơ bản được thể hiện trong hình 36.

Mqtt Data		
Name	Data type	Start value
▼ Input		
enable	Bool	false
publish	Bool	false
▼ tcpConnParam	"typeTcpConnParam"	
hwIdentifier	HW_ANY	64
connectionID	CONN_OUC	1
▼ ipAddressBroker	Array[0..3] of Byte	
ipAddressBroker...	Byte	13
ipAddressBroker...	Byte	76
ipAddressBroker...	Byte	217
ipAddressBroker...	Byte	46
localPort	UInt	2000
mqttPort	UInt	8883
activateSecureConn	Bool	true
validateSubjectAlt...	Word	16#0
idTlsServerCertifica...	UDInt	6
idTlsOwnCertificate	UDInt	0
▼ mqttParam	"typeMqttParam"	
connectFlag	"typeMqttConnectF..."	
publishFlag	"typeMqttPublishFl..."	
keepAlive	Word	16#0A
packetIdentifier	Word	16#10
clientIdIdentifier	String[23]	's7-1500'
willTopic	String[100]	''
willMessage	String[100]	''
userName	String[100]	'DemoMQTT.azure-devices.net/s7-1500'
password	String[254]	'SharedAccessSignature sr=DemoMQTT.azure-devices.net%2Fdevices%2Fs7-1500&sig=ift6VUr%2BrdLmy%2Bqj28mkGoZotgruPO3aUeRu4ismbrw%3D&se=1559473647'
topic	String[100]	'devices/s7-1500/messages/events/'
message	String	'This is a message from PLC S7-1500'

Hình 36. Hiển thị toàn bộ các giá trị cấu hình cho Mqtt Data

#### Lưu ý:

- Để kiểm tra thử vận hành của thư viện MQTT, trong giao diện Azure Portal > IoT Hub > Route, tắt chức năng "Route" để tin nhắn đến IoT Hub sẽ lưu vào messages/events. Dùng Device Explorer (tab Data > Monitor) để quan sát dữ liệu tải lên.
- Để đưa dữ liệu từ IoT Hub sang lưu trữ ở Azure SQL Database, trong giao diện Azure Portal > IoT Hub > Route, bật chức năng "Route" đã tạo ở trên để dữ liệu được chuyển vào Service Bus chờ xử lý.

## 4. CHUYỂN DỮ LIỆU TỪ SERVICE BUS SANG AZURE SQL DB

### 4.1. Tạo Azure SQL Database

#### 4.1.1. Tạo SQL Server và SQL Databases:

- Chọn “SQL Databases” trong Favorite tree, chọn biểu tượng “+Add” để tạo Database mới.
- Nếu mới tạo DB đầu tiên hoặc muốn sử dụng một SQL server mới, bấm chọn vào “Server” trong cửa sổ tạo DB vừa hiện ra, chọn “Creat a new server” để tạo một SQL Server mới. Nhập các thông tin cần thiết để và hoàn thành khởi tạo server. Lưu ý đường dẫn SQL server của bạn.

The screenshot displays the 'New server' configuration window in the Azure portal. The window is divided into three main sections: 'SQL Database', 'Server', and 'New server'.

- SQL Database:** Contains fields for 'Database name' (placeholder: 'Enter database name'), 'Subscription' (set to 'Azure for Students'), 'Resource group' (set to 'DemoDBAzure'), 'Select source' (set to 'Blank database'), 'Server' (set to 'demodbazure (Southeast Asia)'), and 'Pricing tier'. There are also options for 'Want to use SQL elastic pool?' (set to 'Not now') and a 'Pin to dashboard' checkbox.
- Server:** Shows a list of servers. The first entry is 'demodbazure' in the 'Southeast Asia' region, with a 'Demo...' link.
- New server:** Contains fields for 'Server name' (set to 'yourdbserver'), 'Server admin login' (set to 'administrator123'), 'Password' (empty, with a red border and error message: 'The value should not be empty. Your password must be at least 8 characters in length. Your password must contain characters from three of the following categories – English uppercase letters, English lowercase letters, numbers (0-9), and non-alphanumeric characters (!, \$, #, %, etc.).'), 'Confirm password' (empty), 'Location' (set to 'Southeast Asia'), and a checkbox for 'Allow azure services to access server' (checked). A 'Select' button is at the bottom right.

- Để tăng cường bảo mật khi truy cập đến Azure SQL Databases, Azure cung cấp một tường lửa ảo để chặn các IP truy cập không hợp lệ dù cho thông tin bảo mật cấp username - password bị tiết lộ ra với những người không có quyền truy cập. Để máy tính có thể truy cập vào server, bạn cần phải thêm ip của mạng mà máy tính đang kết nối vào SQL server. Để làm điều này thực hiện các bước sau:

- Vào “All Resources”, chọn SQL server của bạn:

Home > All resources

## All resources

Default Directory

+ Add   Edit columns   Refresh   Assign tags   Delete

**Subscriptions:** Azure for Students

Filter by name...   All resource groups   All types   All locations

1 of 10 items selected   ☐ Show hidden types ⓘ

<input type="checkbox"/>	NAME ↑↓	TYPE ↑↓	RESOURCE GROUP ↑↓	LOCATION ↑↓
<input type="checkbox"/>	csg1a8575df54fbx4e90x96b	Storage account	cloud-shell-storage-centali...	Central India
<input checked="" type="checkbox"/>	demodbazure	SQL server	DemoDBAzure	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	Dataex (demodbazure/Dataex)	SQL database	DemoDBAzure	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	Datalot (demodbazure/Datalot)	SQL database	DemoDBAzure	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	demoDB (demodbazure/demoDB)	SQL database	DemoDBAzure	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	DemoMQTT	IoT Hub	DemoBroker	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	IHDPS	Device Provisioning Service	DemoBroker	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	messiot	Service Bus Namespace	MesRG	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	myiothubdata	Storage account	DataloTHub	Southeast Asia
<input type="checkbox"/>	Streamdataiot	Stream Analytics job	DataloTHub	Southeast Asia

- Chọn Show firewall settings:

Home > All resources > demodbazure

## demodbazure

SQL server

Search (Ctrl+/) <<

+ New database   + New pool   Import database   Reset password   Move   Delete

Resource group (change)  
DemoDBAzure

Status  
Available

Location  
Southeast Asia

Subscription (change)

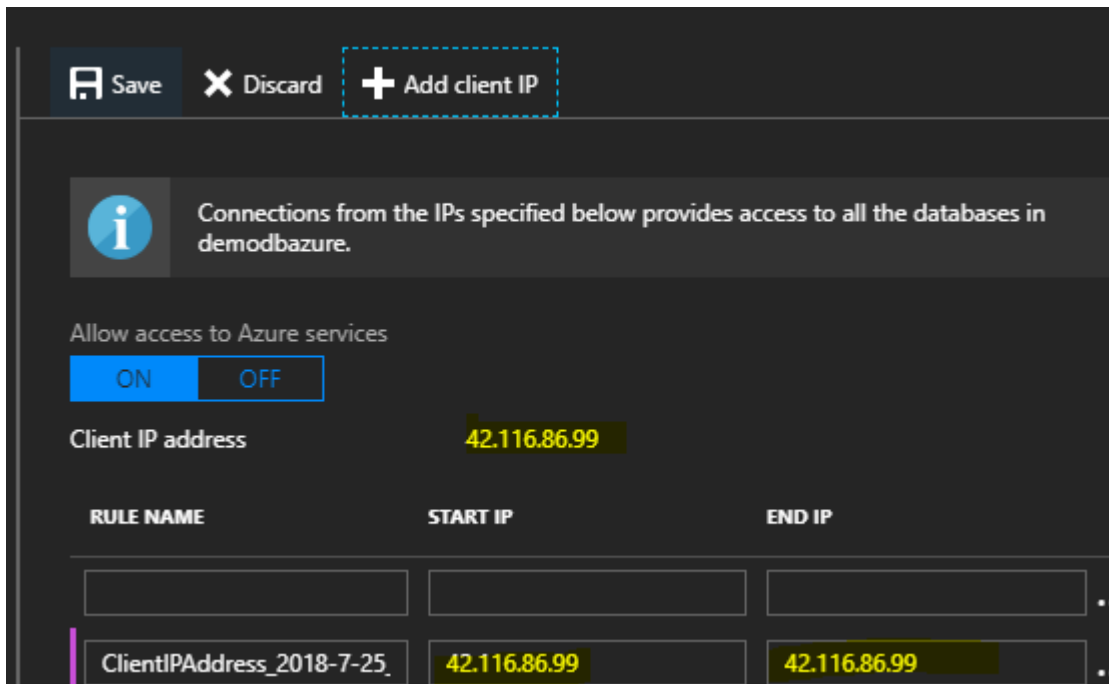
Server admin  
demologin

**Firewalls and virtual networks**  
Show firewall settings

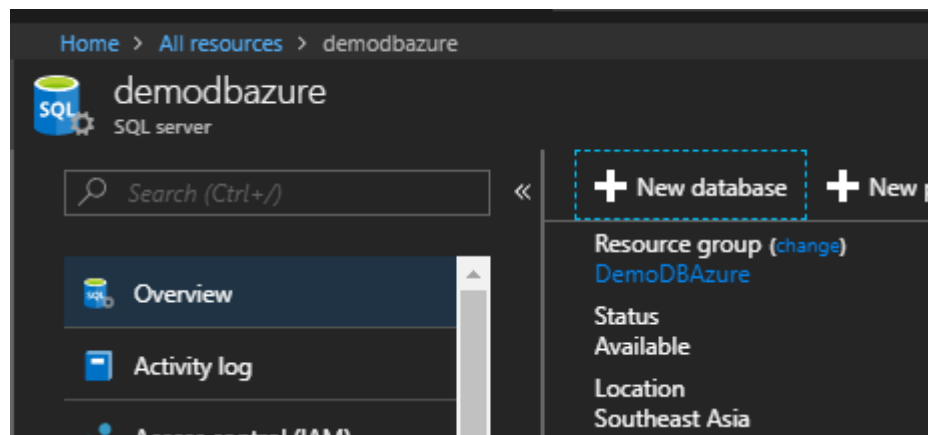
Active Directory admin  
Not configured

Overview  
Activity log  
Access control (IAM)

- Click vào Add client IP để thêm IP của thiết bị có thể truy cập vào SQL server:



- Quay lại SQL server, chọn vào New Database để tạo database mới trong SQL server:

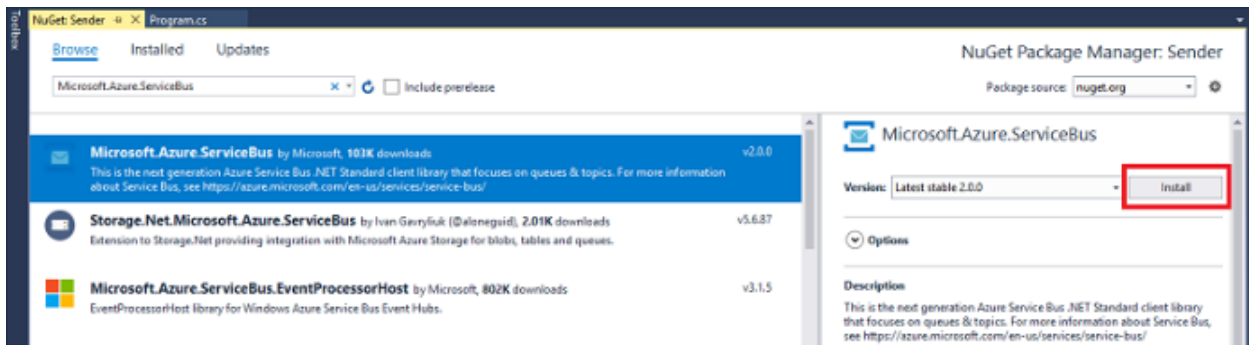


## 4.2. Sử dụng ngôn ngữ C# để liên kết Service Bus Queue chuyển dữ liệu vào Azure SQL DB

Các thư viện sử dụng để thực hiện các lệnh liên kết với Azure SQL DB và Service Bus Queue trong C#:

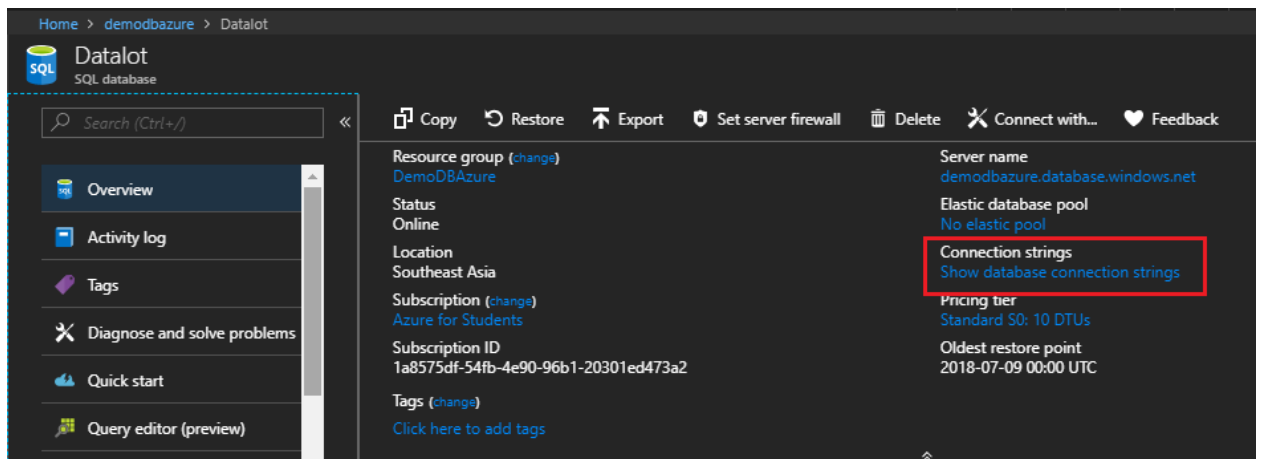
- System.Data
- System.Data.SqlClient
- System.IO

- Microsoft.ServiceBus.Messaging: thêm Service Bus NuGet package.



#### 4.2.1. Azure SQL DB

- Vào SQL Databases mong muốn chưa tin nhắn từ Service Bus Queue, chọn vào “Connection strings”:



- Connection string dùng để kết nối với Database có dạng:

```
Server=tcp:{nameSQLServer}.database.windows.net,1433;Initial
Catalog={nameSQLdatabases};Persist Security Info=False;User
ID={your_username};Password={your_password};MultipleActiveResultSets=False;Encrypt=
True;TrustServerCertificate=False;Connection Timeout=30;
```

- Các lệnh cơ bản để liên kết với SQL server:

```
public static string connectionString = "
Server=tcp:{nameSQLServer}.database.windows.net,1433;Initial
Catalog={nameSQLdatabases};Persist Security Info=False;User
ID={your_username};Password={your_password};MultipleActiveResultSets=False;Enc
rypt=True;TrustServerCertificate=False;Connection Timeout=30;";

using (SqlConnection connection = new SqlConnection(connectionString))
```

```

    {
        connection.Open();

        // your code;

        /* Chằng hạn để đọc dữ liệu từ Table có tên là "datatable" trong
        Databases ta thực hiện các lệnh như sau:

        tablename = "datatable";

        string query = "select *from " + tablename + " ";

        SqlDataAdapter adapter = new SqlDataAdapter(query, connection);

        adapter.Fill(data); */

        /*Để insert, edit, delete nội dung của table:

        String q ="your query";

        SqlCommand cmd = new SqlCommand(q, connection);

        cmd.ExecuteNonQuery();*/

        connection.Close();

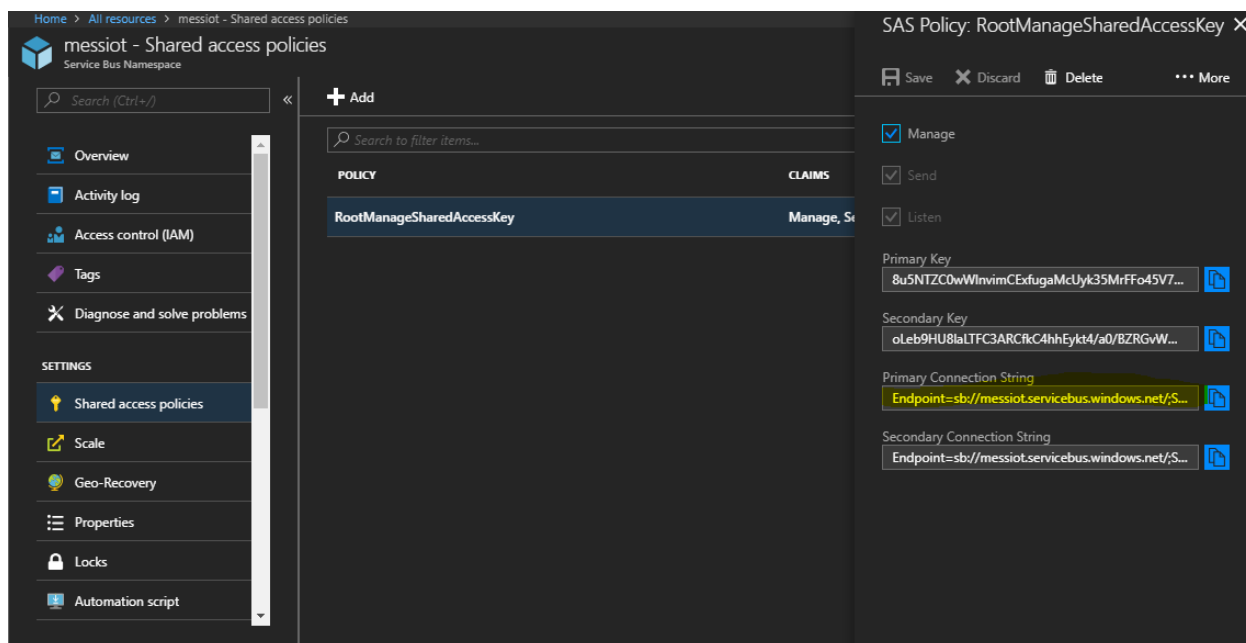
    }

```

- Tùy format của thông tin truyền nhận từ MQTT client lên mà sử dụng các câu lệnh query phù hợp để tạo *Table*.

## 4.2.2. Service Bus Queue

- Vào “Share access policies”, để lấy Connection string:



- Lưu ý *Connection string* dùng để kết nối với Service bus có dạng:

Endpoint=sb://yourservicebus.servicebus.windows.net/;SharedAccessKeyName=RootManageSharedAccessKey;SharedAccessKey=.....

- Giả sử tin nhắn từ S7-1500 gửi lên có định dạng JSON như sau:

```
{"timestamp":1532515838346,"values":[{"id":"_System._Time","v":"5:50:30 PM","q":true,"t":1532515829775},{id":"_System._Time","v":"5:50:31 PM","q":true,"t":1532515830775},{id":"_System._Time","v":"5:50:32 PM","q":true,"t":1532515831775},{id":"_System._Time","v":"5:50:33 PM","q":true,"t":1532515832776},{id":"_System._Time","v":"5:50:34 PM","q":true,"t":1532515833776},{id":"_System._Time","v":"5:50:35 PM","q":true,"t":1532515834777},{id":"_System._Time","v":"5:50:36 PM","q":true,"t":1532515835778},{id":"_System._Time","v":"5:50:37 PM","q":true,"t":1532515836778},{id":"_System._Time","v":"5:50:38 PM","q":true,"t":1532515837779}]}
```

- Ta sử dụng đoạn code sau để chuyển nội dung trong cấu trúc trên vào table trong databases:

```
private void timer2_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    dataGridView2.AutoSizeColumnsMode = DataGridViewAutoSizeColumnsMode.Fill;
    dataGridView2.DataSource = GetdemoIoTdata().Tables[0];

    var connectionString =
"Endpoint=sb://messiot.servicebus.windows.net/;SharedAccessKeyName=RootManageSharedAccessKe
y;SharedAccessKey={}"

    var queueName = "queue1";

    var client = QueueClient.CreateFromConnectionString(connectionString,
queueName);

    client.OnMessage(message =>
    {
        Stream stream = message.GetBody<Stream>();
        StreamReader reader = new StreamReader(stream, Encoding.ASCII);
        string s = reader.ReadToEnd();

        string q = "DECLARE @json NVARCHAR(MAX) SET @json = N'" + s + "' INSERT into
datatable (Timestamps, values, value_id, value_v, value_q, value_t) SELECT* FROM
OPENJSON(@json) WITH(st bigint 'strict $.timestamp', values nvarchar(max) '$.values' as
json) as a outer apply openjson(a.values) with(value_id nvarchar(200) '$.id', value_v
nvarchar(200) '$.v', value_q nvarchar(200) '$.q', value_t nvarchar(200) '$.t') as b";

        using (SqlConnection connection = new SqlConnection(connectionStringIoT))
        {
            connection.Open();

            SqlCommand cmd = new SqlCommand(q, connection);
            cmd.ExecuteNonQuery();
            connection.Close();
        }

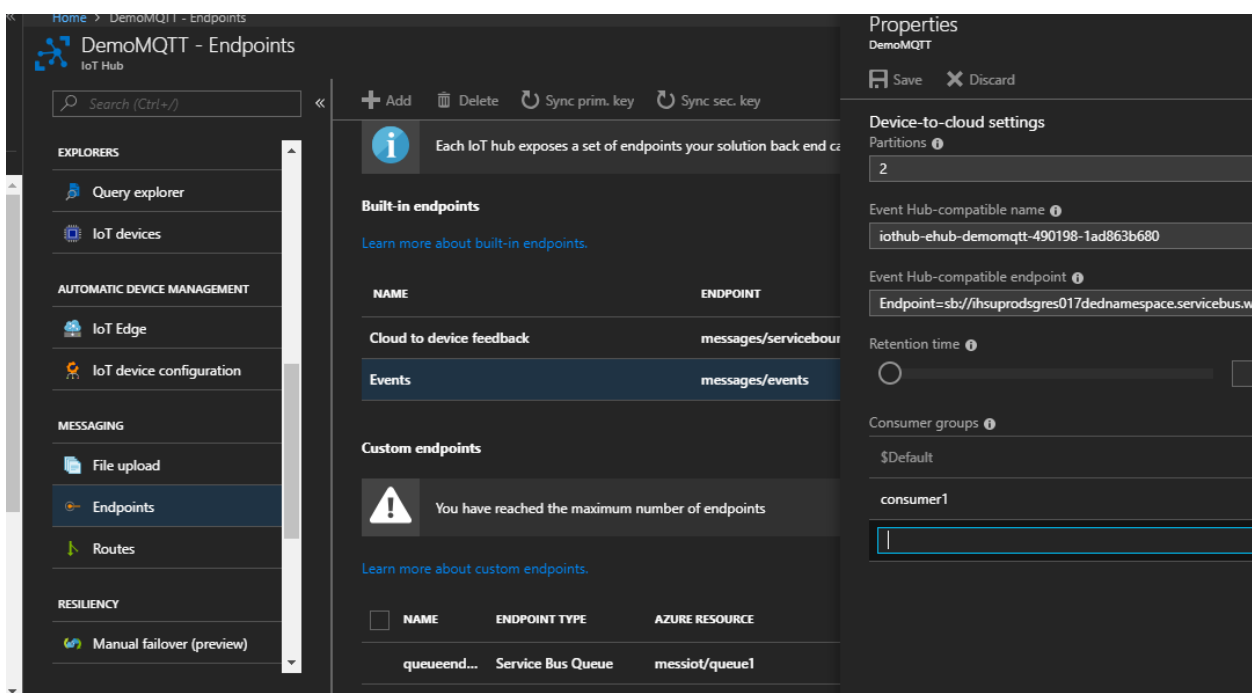
        Console.WriteLine(s);
        //Console.WriteLine(String.Format("Message body: {0}", s));
    });
    Console.ReadLine();
}
```



## 5. LIÊN KẾT IOT HUB VỚI POWER BI ĐỂ HIỂN THỊ TRỰC QUAN DỮ LIỆU

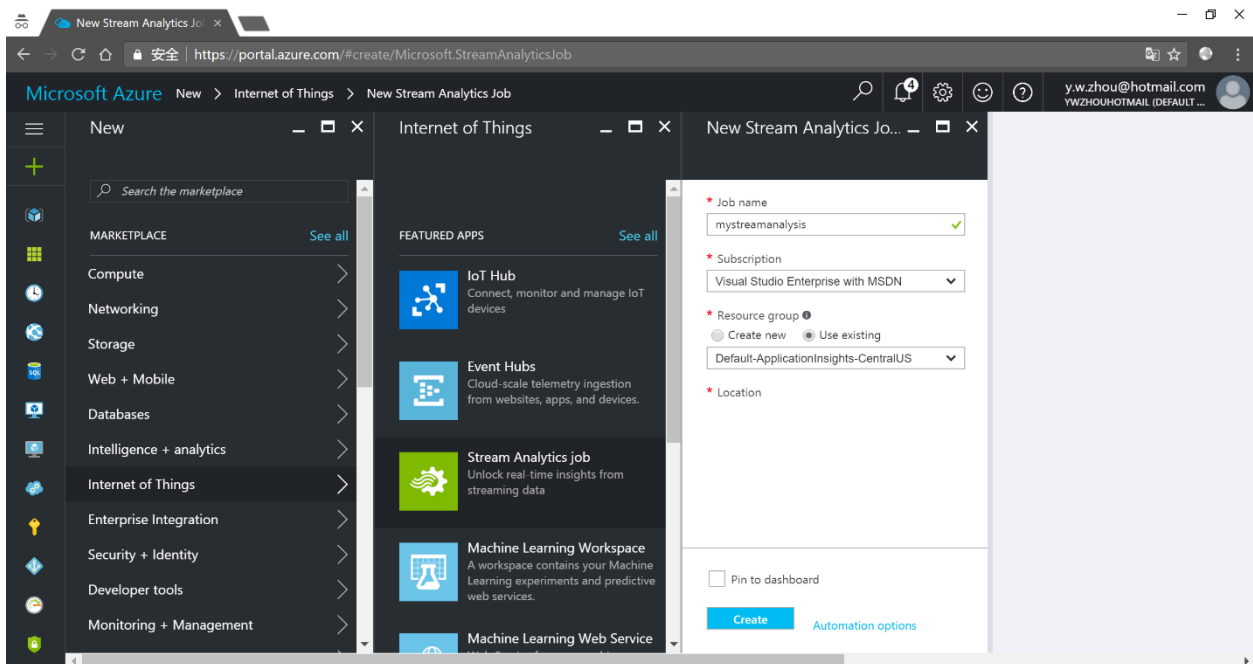
### Tạo Consumer Group trong IoT Hub

- Vào “Endpoint” của IoT Hub.
- Chọn vào “Events (messages/events)” endpoint.
- Trong mục Consumer groups, nhập tên consumer tùy chọn vào, ví dụ consumer1:

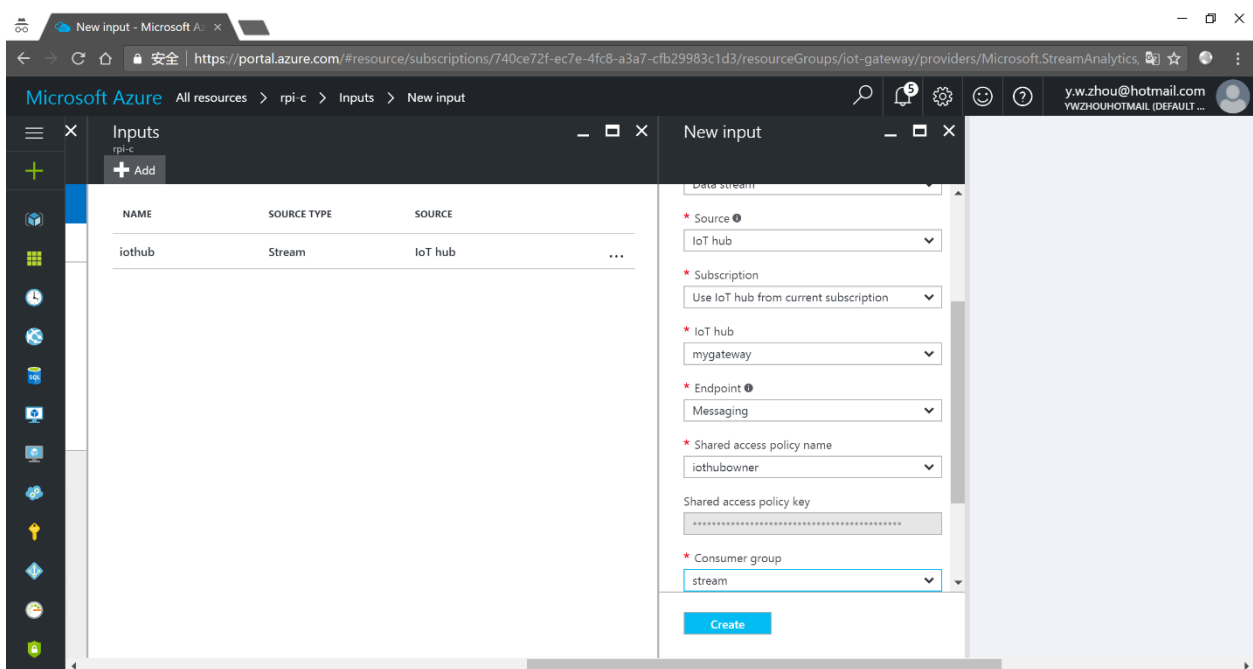


### Tạo Stream Analytics job để chuyển dữ liệu từ IoT Hub sang Power BI

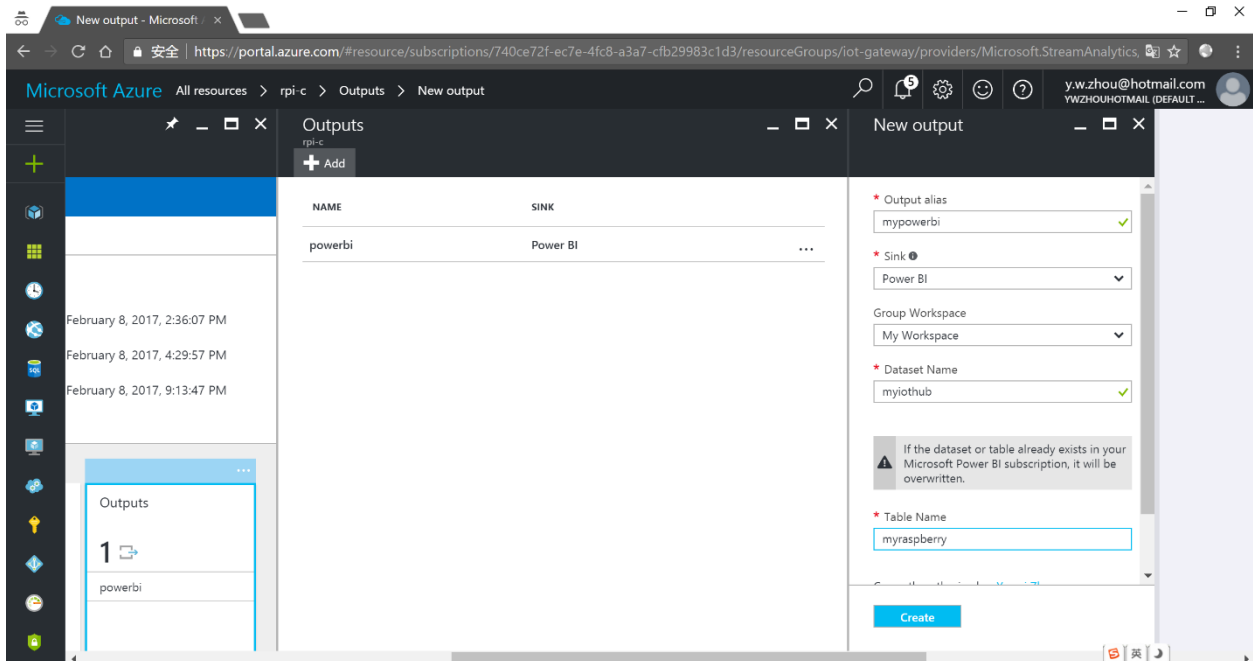
- Trong Azure portal, chọn Create a resource > Internet of Things > Stream Analytics job.
- Nhập các thông tin yêu cầu:
  - Job name
  - Resource group: sử dụng chung resource group với IoT Hub.
  - Location: chung vị trí với Resource Group.
  - Pin to dashboard: chọn để dễ dàng truy cập từ dashboard.



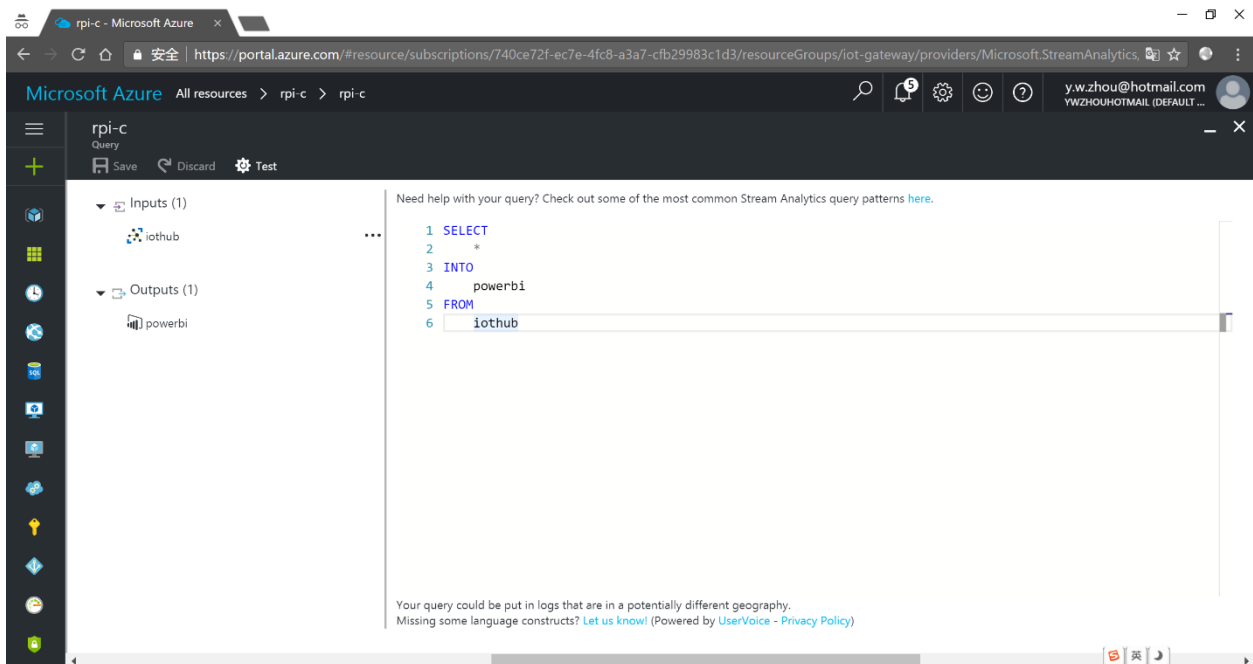
- Thêm input vào Stream Analytics: Dưới tiêu đề Job Topology trong menu, chọn “Inputs” và điền các thông tin cần thiết:
  - Input alias: tên input.
  - Source: chọn *IoT Hub*.
  - Consumer group: Chọn consumer group vừa tạo.



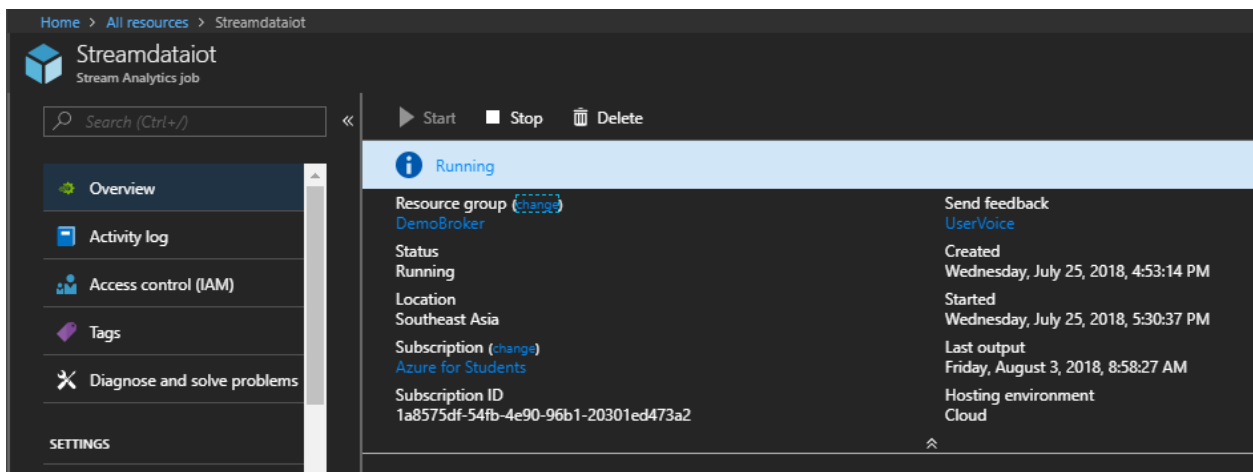
- Thêm output vào Stream Analytics: Dưới tiêu đề Job Topology trong menu, chọn “Outputs” và điền các thông tin cần thiết:
  - Output alias: tên output.
  - Sink: chọn *Power BI*.
  - Chọn Authorize và đăng nhập tài khoản Power BI của bạn. Sau khi đã xác thực tài khoản, nhập vào các thông tin sau: Group Workspace, Dataset Name, Table Name.



- Cấu hình query của Stream Analytics job: Dưới tiêu đề Job Topology trong menu, chọn “Query”:
- Thay thế [YourInputAlias] với input alias của job.
- Thay thế [YourOutputAlias] với output alias của job.

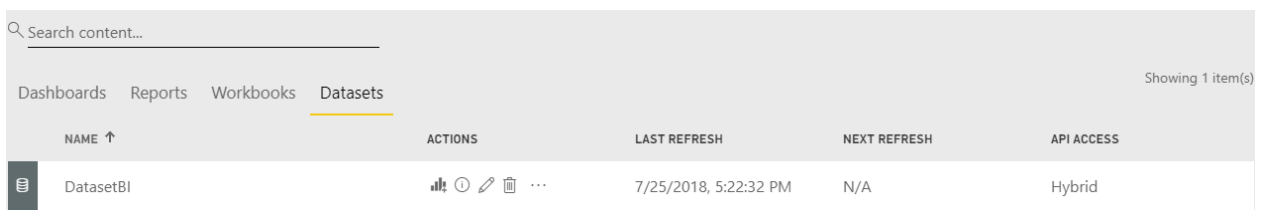


- Chạy Stream Analytics job: trong Stream Analytics job, chọn Start > Now > Start. Khi khởi chạy thành công, trạng thái sẽ chuyển từ Stopped sang Running.

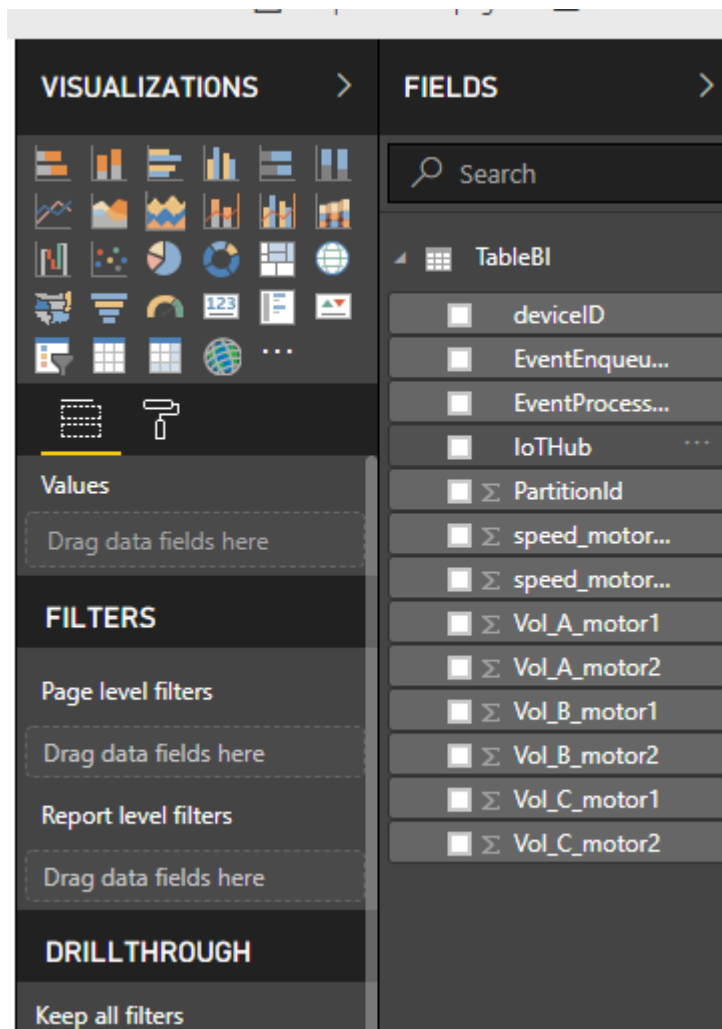


## Tạo Power BI Report để trực quan hoá dữ liệu từ IoT Hub

- Đăng nhập tài khoản Power BI của bạn.
- Sau khi Stream Analytics chạy, trong Dataset sẽ có Dataset có tên như đã tạo.



Khi tin nhắn có cấu trúc JSON được gửi qua, Power BI sẽ tự phân loại cung theo các nhóm tùy thuộc vào cấu trúc JSON của tin nhắn:



- Trong Group WorkSpace của Power BI, tạo DashBoard.
- Chọn Add Tile -> Real-time Data -> Custom streaming Data -> chọn dataset vừa tạo.

### Add a custom streaming data tile

Choose a streaming dataset

+ Add streaming dataset

**YOUR DATASETS**

DatasetBI

[Manage datasets](#)

Back

Next

Cancel

Trong Tile details:

Visualization Type: kiểu hình ảnh hiển thị.

Axis: trục thời gian.

Values: chọn giá trị hiển thị.

Time window to display: thời gian cập nhật hiển thị.

**Kết quả:** Dữ liệu gửi lên IoT Hub được hiển thị bằng Power BI một cách trực quan



## 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO VÀ LIÊN KẾT

### Tài liệu tham khảo

Số thứ tự	Tài liệu
1	MQTT wiki <a href="https://github.com/mqtt/mqtt.github.io/wiki">https://github.com/mqtt/mqtt.github.io/wiki</a>
2	Siemens Industry Online Support: MQTT Publisher for SIMATIC CPU <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748872/mqtt-publisher-for-simatic-cpu?dti=0&amp;lc=en-US">https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748872/mqtt-publisher-for-simatic-cpu?dti=0&amp;lc=en-US</a>
3	Microsoft Azure và MQTT <a href="https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-mqtt-support">https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-mqtt-support</a>
4	Phân quyền truy cập IoT Hub <a href="https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-devguide-security#iot-hub-permissions">https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-devguide-security#iot-hub-permissions</a>
5	Power BI và Microsoft Azure <a href="https://docs.microsoft.com/en-us/azure/stream-analytics/stream-analytics-power-bi-dashboard">https://docs.microsoft.com/en-us/azure/stream-analytics/stream-analytics-power-bi-dashboard</a> <a href="https://docs.microsoft.com/en-us/azure/stream-analytics/stream-analytics-real-time-fraud-detection">https://docs.microsoft.com/en-us/azure/stream-analytics/stream-analytics-real-time-fraud-detection</a>

### Liên kết

Nội dung	Liên kết
Thư viện LMqtt/LMqttQdn Publish Secure	<a href="https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748872/mqtt-publisher-for-simatic-cpu?dti=0&amp;lc=en-US">https://support.industry.siemens.com/cs/document/109748872/mqtt-publisher-for-simatic-cpu?dti=0&amp;lc=en-US</a>
Device Explorer	<a href="https://github.com/Azure/azure-iot-sdk-csharp/releases/tag/2018-3-13">https://github.com/Azure/azure-iot-sdk-csharp/releases/tag/2018-3-13</a>
Baltimore CyberTrust Root certificate	<a href="https://www.digicert.com/digicert-root-certificates.htm">https://www.digicert.com/digicert-root-certificates.htm</a>