

Bài báo khoa học

# Nghiên cứu lựa chọn giải pháp công nghệ quan trắc để xây dựng hệ thống cảnh báo mực nước lũ cho các lưu vực sông nhỏ ở Việt Nam

Trần Quang Ngọc<sup>1\*</sup>, Nguyễn Minh Hải<sup>1</sup>, Vũ Ngọc Linh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Quan trắc khí tượng thủy văn; tqngoc@gmail.com

<sup>2</sup> Vụ Quản lý dự báo khí tượng thủy văn; vnlinh@monre.gov.vn

\*Tác giả liên hệ: tqngoc@gmail.com; Tel: +84-913554906

Ban Biên tập nhận bài: 5/9/2022; Ngày phản biện xong: 4/11/2022; Ngày đăng bài: 25/11/2022

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả cải tiến sáng chế độc quyền “Thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến” của tác giả Nguyễn Đức Hùng để phù hợp với điều kiện thực tế, phục vụ giám sát mực nước theo thời gian thực và phát tin cảnh báo lũ cho cộng đồng dân cư sinh sống trong lưu vực sông, suối nhỏ. Thông qua việc sử dụng tiêu chuẩn Rayleigh để lựa chọn băng tần sóng radio, hệ thống được thiết kế thêm các phương án truyền dữ liệu, các giao thức kết nối, bổ sung bộ tích hợp, lưu trữ dữ liệu, lập trình cấu trúc dữ liệu và báo trạng thái thiết bị. Sau khi nâng cấp, thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến có thể kết nối với các đầu đo mực nước hiện đại, các điểm đo sử dụng chung một tần số sóng vô tuyến, có thêm tính năng truyền dữ liệu qua GPRS, 3G/4G và tích hợp, lưu trữ dữ liệu. Tiến hành thử nghiệm hoạt động của hệ thống tại phòng thí nghiệm và ngoài trời kết quả đạt được, bộ phận thu, phát kết nối tốt với nhau qua sóng radio HF, thử nghiệm giả định với 03 mức cảnh báo cho thấy, bộ phận đo mực nước hoạt động tốt, bộ phận phát cảnh báo đã nhận được tín hiệu và phát thông tin cảnh báo tương ứng với 03 mức giả định. Các thông số thử nghiệm đều đạt kết quả tốt, hệ thống này có thể áp dụng vào thực tế phục vụ giám sát, cảnh báo mực nước lũ thời gian thực cho khu vực sông, suối nhỏ ở nước ta.

**Từ khóa:** Cảnh báo sớm mực nước; Lũ trên các lưu vực sông nhỏ; Công nghệ quan trắc và cảnh báo mực nước.

## 1. Mở đầu

Trên thế giới, việc ứng dụng công nghệ quan trắc và truyền tin phục vụ giám sát, cảnh báo lũ theo thời gian thực rất phát triển, một số nghiên cứu nổi bật như: Thiết kế Hệ thống giám sát lũ sử dụng mạng không dây (*Wireless Flood Monitoring System*) của nhóm nghiên cứu [1] thuộc Khoa Công nghệ kỹ thuật Đại học Pahang, Malaysia, hệ thống cảnh báo sử dụng các cảm biến mực nước dạng siêu âm (sử dụng công nghệ radar dopple) và mạng truyền tin GSM, Bluetooth, hệ thống cảnh báo có thể cung cấp thông tin cảnh báo qua tin nhắn theo 03 mức “An toàn”, “thận trọng” hay “nguy hiểm” dựa trên các mức mực nước đã được xác định trước (cấp báo động). Nhóm các kỹ sư công nghệ thông tin của Trường Đại học kỹ thuật Jalgaon, Thái Lan đã ứng dụng công nghệ nền tảng IOT (*Internet of Things*) để xây dựng Hệ thống giám sát, theo dõi thời gian thực mực nước, lưu lượng, lượng mưa để thực hiện giám sát lũ tại tỉnh Nakhon Si Thammarat, một tỉnh phía Nam Thái Lan [2]. Nhóm nghiên cứu thuộc Khoa Kỹ thuật điện và Khoa Cơ khí, Đại học Bách khoa Bang Lhokseumawe Indonesia thiết kế thành công. Hệ thống cảnh báo sớm có tên EWS (*Early Warning System*), hệ thống bao gồm hai phần, một là bộ phận gửi thông tin (*sender*) là một cảm biến mực nước siêu âm, hai

là bộ phận nhận thông tin (*receiver*) gồm phần thu tín hiệu, model âm thanh và còi báo động, hai bộ phận này được kết nối bằng sóng Radio. Hệ thống này đã giúp cho cơ quan quản lý thảm họa gửi thông tin ngay lập tức đến người dân để đảm bảo an toàn công cộng khi thiên tai xảy ra [3].

Trong bối cảnh các loại hình thiên tai, đặc biệt là lũ, lũ quét có xu hướng ra tăng tần suất lẫn cường độ, uy hiếp trực tiếp đến tính mạng và tài sản của nhân dân, đặc biệt là đối với cộng đồng các dân tộc thiểu số thường có tập quán sinh sống tập trung ven các sông suối nhỏ, ở nước ta cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu về xây dựng hệ thống giám sát, cảnh báo lũ theo thời gian thực. Ví dụ như: Dựa trên nền tảng WebGIS, kết hợp với mô hình thủy văn, công nghệ học máy (*machine learning*) [4] đã xây dựng Hệ thống giám sát, cảnh báo lũ, lụt và hạn hán theo thời gian thực, Hệ thống có khả năng tự động cung cấp thông tin về lượng mưa, mực nước và bản đồ ngập lụt theo thời gian thực qua tin nhắn, email khi mực nước vượt báo động 2 trở lên, đồng thời hiển thị các vị trí, điểm tránh lũ, đường tránh lũ. Một số sáng chế xuất phát từ nhu cầu thực tế như sáng chế thống cảnh báo lũ sử dụng sóng di động [5], hay sáng chế “Thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến” đã được cấp bằng sáng chế độc quyền [6].

Nhìn chung, các nghiên cứu, chế tạo hệ thống giám sát, cảnh báo lũ trên thế giới đều có những đặc điểm chung nhất định đó là: cung cấp thông tin cảnh báo theo thời gian thực tới trực tiếp người dân theo các mức báo động thông qua bộ cảm biến đo mực nước kết nối qua mạng không dây với thiết bị xử lý, lưu trữ dữ liệu và cung cấp thông tin cảnh báo tới người dân qua ứng dụng di động, loa phát âm thanh, đèn tín hiệu. Đây là những đặc điểm cần thiết, phù hợp cho một hệ thống cảnh báo lũ theo thời gian thực cho khu vực sông suối nhỏ ở vùng đồi, núi. Để chế tạo được hệ thống giám sát, cảnh báo lũ phù hợp với khu vực sông, suối nhỏ, nghiên cứu đã tiến hành phân tích mô hình “Thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến” của tác giả Nguyễn Đức Hùng và nâng cấp một số bộ phận cho phù hợp để có thể triển khai trong thực tế.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

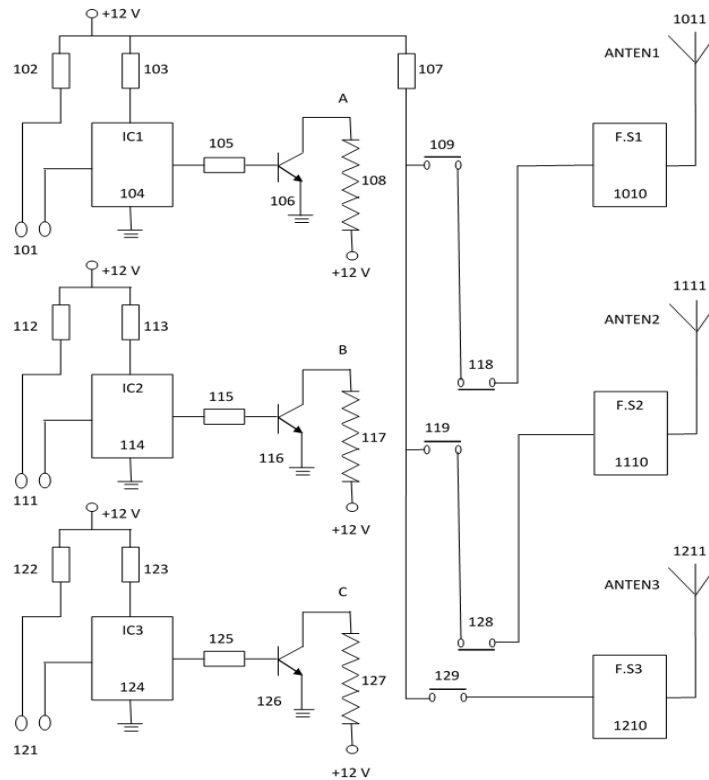
### 2.1. Giới thiệu về giải pháp “Thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến”

Giải pháp công nghệ về thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến của tác giả Nguyễn Đức Hùng đã được cấp Bằng độc quyền giải pháp hữu ích số 1557 theo Quyết định số 54049/QĐ-SHTT, ngày 08 tháng 8 năm 2017 của Cục sở hữu trí tuệ. Sáng chế này đề cập đến thiết bị cảnh báo nước lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến, thiết bị này có cấu tạo gồm 02 bộ phận: Bộ phận đo mực nước và phát tín hiệu (Bộ phát) và bộ phận thu tín hiệu đưa ra thông tin cảnh báo (Bộ thu), hai bộ phận này được kết nối với nhau bằng sóng vô tuyến radio [6].

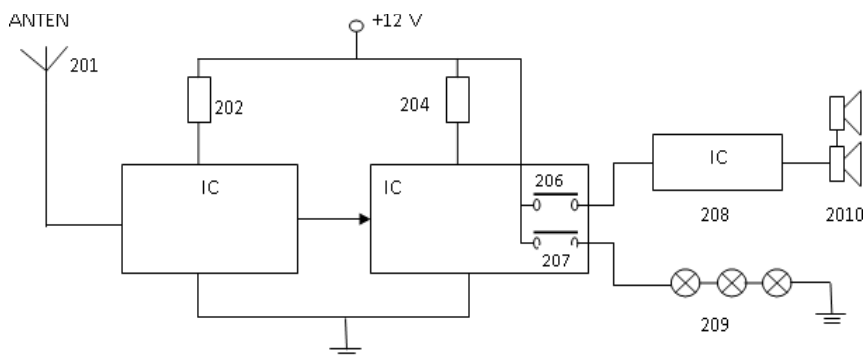
Bộ phát: trang bị 03 cảm biến mực nước ký hiệu 101, 111 và 121, tương ứng với 03 cấp báo động, các vi mạch điều khiển IC 104, 114 và 124 có chức năng điều khiển các rơ-le trung gian điều phối cấp nguồn cho bộ phận phát tín hiệu vô tuyến tương ứng F.S1, F.S2 và F.S3 (Hình 1). Khi mực nước lên (xuống) đóng các mạch cảm biến mực nước, tín hiệu radio sẽ phát ra tương ứng với các tần số. Bộ phận thu sẽ phát ra tín hiệu cảnh báo mực nước tới người dân (Hình 2).

Bộ thu bao gồm: Ăng ten thu sóng, mạch thu tín hiệu tần số F1 tương ứng với mực nước báo động cấp 1, tương tự F1 mạch thu F2 và F3 tương ứng với mực nước báo động cấp 2 và 3 (Hình 2). Các mạch này sẽ nối ra loa phát thanh được cài đặt giọng nói “Hiện nay nước lũ ở mức báo động 1, 2, hoặc 3” để cảnh báo cho cộng đồng dân cư tại nơi lắp đặt bộ phận thu.

Giải pháp hữu ích của tác giả Nguyễn Đức Hùng có cơ chế, nguyên lý hoạt động, đặc điểm cấu tạo khá giống với mô hình trạm giám sát, cảnh báo lũ đã được nghiên cứu chế tạo ở một số quốc gia trong khu vực.



**Hình 1.** Sơ đồ khối Bộ phát tín hiệu cảnh báo mức nước lũ của tác giả Nguyễn Đức Hùng.



**Hình 2.** Sơ đồ khối Bộ thu tín hiệu cảnh báo nước lũ và phát âm thanh.

Ý tưởng này có thể đáp ứng được vấn đề hỗ trợ cảnh báo lũ thời gian thực cho người dân trong khu vực sông suối nhỏ. Qua nghiên cứu, giải pháp hữu ích vẫn còn nhiều bất cập như: (1) sử dụng nhiều tần số radio (3 tần số cho 3 mức báo động cho cùng một trạm) gây phức tạp cho thiết kế phần kết nối và dẫn tới hiện tượng sai lệch vị trí báo động khi lắp đặt nhiều điểm đo dẫn tới tần số thu bị trùng nhau; (2) thiết kế mới chỉ có đầu đo mực nước dạng công tắc (*switch*) không thể giám sát mực nước một cách liên tục, không có mô đun kết nối với các thiết bị khác như đầu đo mưa; (3) chỉ đơn thuần sử dụng sóng radio để truyền tin, không đa dạng các giải pháp truyền tin; (4) không có bộ phận tích hợp, lưu trữ dữ liệu. Để đưa giải pháp này vào ứng dụng được vào thực tế, cần thực hiện nghiên cứu, cải tiến. Với nội cải tiến được đề xuất như sau:

- Mỗi trạm sẽ chỉ sử dụng chung tần số radio cho tất các mức báo động và mỗi mức báo động sẽ được mã hóa riêng thay vì mỗi mức báo động truyền theo một tần số radio khác nhau như thiết kế ban đầu.

- Cải tiến để thiết bị có thể cảnh báo ở mọi cấp độ khác nhau (thay thế cảm biến đo bằng thiết bị hiện đại hơn như radar đo mực nước), đồng thời thiết kế các bo mạch theo hướng tinh gọn, để giảm kích thước, khối lượng và giảm mức tiêu thụ năng lượng.

– Thiết kế thêm các giải pháp hỗ trợ kết nối, truyền tin như RS232/485, Ethernet, SDI–12 [7–8], HF/VHF/UHF, 3G/4G/SMS, Nb–IoT... để có thể mở rộng kết nối, truyền tin với các thiết bị khác [9].

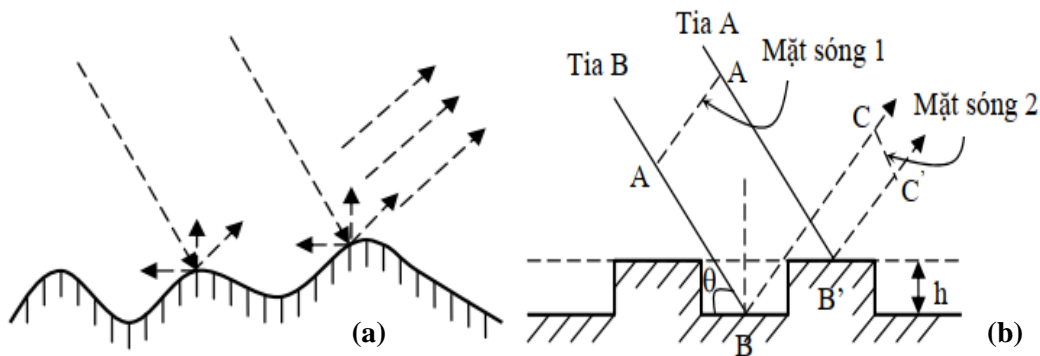
– Thiết kế 01 bộ tích hợp dữ liệu (*Datalogger*) có chức năng thu thập, lưu trữ, truyền phát tín hiệu đến vị trí lắp đặt trạm thu cảnh báo đặt tại khu vực dân cư và truyền về cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn của Đài Khí tượng Thủy văn khu vực, đồng thời định danh, xác định vị trí đặt trạm và kết nối, tích hợp thêm các thiết bị đo mưa tự động.

## 2.2. Giải pháp cải tiến

### a) Lựa chọn tần số radio

Sóng vô tuyến (sóng Radio) là loại sóng được sử dụng rộng rãi trong y học, quốc phòng, thăm dò tài nguyên khoáng sản, nghiên cứu vũ trụ, thông tin liên lạc..., sóng có tần số từ 3KHz đến 300GHz tương đương bước sóng ( $\lambda$ ) từ 100 km đến 1 mm [10]. Sóng vô tuyến được chia thành các loại (băng tần) theo khoảng tần số. Mỗi băng sóng đều được ứng dụng cho các hệ thống thông tin phù hợp với từng đặc điểm môi trường thực.

Sóng vô tuyến với bước sóng  $\lambda$  có đặc điểm khi truyền tới bề mặt mấp mô thì sóng phản xạ thường bị tán xạ, chỉ còn một phần năng lượng sóng phản xạ được truyền tới điểm thu, điều này làm ảnh hưởng đến cường độ điện trường tại điểm thu. Như vậy, để lựa chọn được khoảng tần số sóng phù hợp với khu vực sông suối nhỏ, nơi có địa hình đồi núi cao, cần phải xét tới yếu tố độ cao của địa hình [11].



**Hình 3.** Mô hình phản xạ bề mặt của sóng vô tuyến: (a) Mặt cắt địa hình thực; (b) Mô hình lý tưởng hoá của bề mặt mấp mô.

Để xác định sự phù hợp của địa hình với tần số sóng lựa chọn, tiêu chuẩn Rayleigh được sử dụng để đánh giá. Tiêu chuẩn Rayleigh được xây dựng trên cơ sở bề mặt được lý tưởng hóa với tia A được phản xạ từ phần trên của bề mặt mấp mô còn tia B được phản xạ từ phần dưới. Các mặt sóng tương ứng AA' và CC' được biểu diễn trong Hình 3b. Từ đây ta có sự sai khác về quãng đường của hai tia này khi đạt tới các điểm C và C' tại mặt sóng CC' sau khi phản xạ tại B và B' là:

$$\Delta r = (AB + BC) - (A'B' + B'C') = \frac{h}{\sin \theta} (1 - \cos 2\theta) = 2h \sin \theta \quad (1)$$

Trong đó  $\Delta r$  là độ lệch về quãng đường giữa tia tới và tia phản xạ;  $h$  là độ mấp mô của địa hình (độ cao);  $\theta$  là góc pha của tia tới.

Do đó sự sai lệch về pha ( $\Delta\varphi$ ) là:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta r = \frac{4\pi h \sin \theta}{\lambda} \quad (2)$$

Nếu độ cao  $h$  là nhỏ so với bước sóng thì sự sai lệch về pha cũng nhỏ và do đó bề mặt được coi là bằng phẳng. Thực tế sự sai lệch về pha chạy từ 0 đến  $\pi$ . Khi  $\Delta\varphi = \pi$  các tia phản xạ sẽ triệt tiêu nhau, trường tổng bằng 0. Khi góc sai pha  $\Delta\varphi > \pi/2$  thì sự phản xạ sóng có tính chất tán xạ. Như vậy mối liên hệ giữa độ cao địa hình và bước sóng  $\lambda$  của băng sóng theo tiêu chuẩn Rayleigh được xác định từ công thức (3):

$$\Delta\varphi = \frac{4\pi h \sin \theta}{\lambda} \leq \frac{\pi}{2} \text{ hay } h \geq \frac{\lambda}{8 \sin \theta} \quad (3)$$

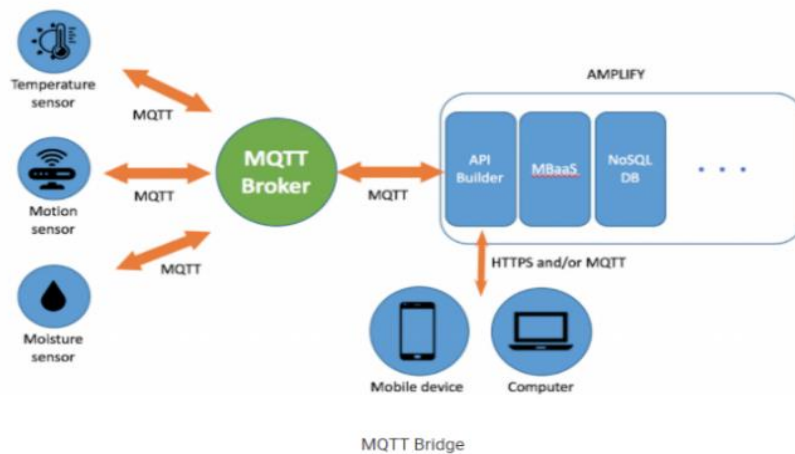
b) Thiết kế tính năng mở hỗ trợ đa dạng kết nối, truyền tin

Hệ thống giám sát, cảnh báo mực nước cần được mở rộng các giao thức kết nối để tích hợp thêm thiết bị đo mực nước sử dụng công nghệ tiên tiến hơn như radar đo mực nước, hoặc đầu đo mưa để cung cấp thêm thông tin về lượng mưa. Để thiết kế mở rộng các giao thức kết nối, nghiên cứu tiến hành khảo sát đặc tính kỹ thuật của các thiết bị quan trắc mực nước, mưa phổ biến trên thị trường hiện nay.

Đối với kết nối, truyền tin từ các đầu đo tới bộ phận thu phát, cảnh báo lũ và bộ lưu trữ datalogger ngoài sử dụng sóng radio, cần thiết kế bổ sung thêm các phương án truyền tin phổ biến như: Lora, GPRS, SMS, 3G/4G để đa dạng các kênh truyền tin trong mọi điều kiện môi trường.

c) Lựa chọn giao thức truyền tin và tổ chức quản lý dữ liệu và thông số thiết bị

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) là một giao thức mạng kích thước nhỏ (lightweight), hoạt động theo cơ chế publish–subscribe (tạm dịch: xuất bản–đăng ký) theo tiêu chuẩn ISO (ISO/IEC 20922) và tiêu chuẩn của Tổ chức thúc đẩy các tiêu chuẩn thông tin có cấu trúc (OASIS) để truyền tin nhắn giữa các thiết bị [12–13]. Giao thức này hoạt động trên nền tảng TCP/IP. MQTT được thiết kế cho các kết nối cho việc truyền tải dữ liệu cho các thiết bị ở xa, các thiết bị hay vi điều khiển nhỏ có tài nguyên hạn chế, hoặc trong các ứng dụng có băng thông mạng bị hạn chế [14–15]. Với tính năng ưu việt trên, giao thức MQTT được lựa chọn để sử dụng làm nền tảng quản trị truyền tin cho hệ thống giám sát mực nước.



Hình 4. Mô hình tính năng MQTT Bridge trong MQTT.

Để tổ chức quản lý dữ liệu và báo trạng thái thiết bị, nghiên cứu sử dụng cấu trúc định dạng JSON (*JavaScript Object Notation*). Đây là một kiểu định dạng dữ liệu tuân theo một quy luật nhất định mà hầu hết các ngôn ngữ lập trình hiện nay đều có thể đọc được [16–17].

```

{
  "station_id":374964, // ID trạm đo
  "sensors": [
    "lsid": 5271270,
    "data": [
      {
        "ip_v4_netmask": "255.255.255.0",
        "battery_voltage": 70,
        "wifi_rssi": -70,
        "network_error": 2,
        "ip_v4_gateway": "192.168.0.1",
      },
    ],
  },
  // Đo mực nước
  "lsid": 5307508,
  "sensor_type": 1,
  "data_structure_type": 10,
  "data": [
    {
      "ts": 1558741927,
      "distance_mm":5123
      "level_cm" : 11387
    }
  ]
}
    
```

Hình 5. Cấu trúc JSON trong quản lý dữ liệu và báo trạng thái thiết bị.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Các tính năng sau khi được cải tiến

Thông qua các giải pháp cải tiến và kỹ thuật điện tử, tin học, nghiên cứu đã nâng cấp thành công Thiết bị cảnh báo lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến dựa trên nguyên mẫu thiết kế của tác giả Nguyễn Đức Hùng đã được cấp độc quyền giải pháp hữu ích. Các tính năng sau khi được cải tiến như sau:

Từ thiết kế ban đầu sử dụng 03 tần số sóng radio cho 03 mức cảnh báo mực nước, nghiên cứu đã cải tiến chỉ sử dụng một tần số sóng cho tất cả các trạm đo. Mỗi trạm đo được cài đặt mã định danh (mã trạm) để phân biệt giữa các trạm với nhau. Ứng dụng tiêu chuẩn Rayleigh cho khu vực đồi núi ở Việt Nam, băng tần sóng radio phù hợp nhất được lựa chọn cho các trạm ở khu vực sông, suối nhỏ là băng HF (*High Frequency*) với dải tần từ 3 MHz đến 30 MHz).

Qua kết quả khảo sát một số thiết bị quan trắc mực nước thông dụng hiện nay của một số hãng hiện đang sử dụng phổ biến ở Việt Nam như Vaisala [18], Sutron [19–20], Campbell Scientific [21] đều sử dụng các chuẩn đầu ra kết nối là SDI–12, RS232/RS–485. Thiết bị cảnh báo mực nước lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến đã được nghiên cứu và nâng cấp các chuẩn kết nối SDI–12, RS232/RS–485 để có thể mở rộng kết nối với các loại đầu đo khác.

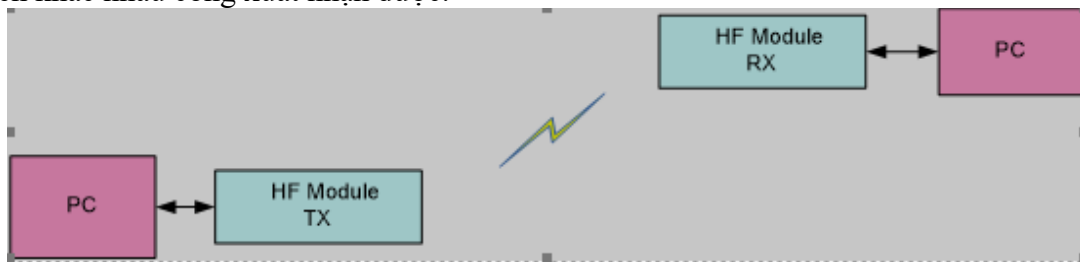
Bộ tích hợp dữ liệu datalogger được sử dụng để lưu trữ và truyền nhận dữ liệu với giao thức truyền tin MQTT và TCP/IP với cấu trúc dữ liệu chuẩn theo JSON đã được lập trình, cài đặt.

#### 3.2. Kết quả thử nghiệm thiết bị

Sau khi cải tiến, thiết bị đã được nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và ngoài trời với các tính năng thu, phát sóng HF và tính năng phát cảnh báo đo mức nước. Kết quả thử nghiệm như sau:

##### a) Thử nghiệm mô đun truyền–nhận qua sóng HF

Thử nghiệm tại phòng thí nghiệm có mục đích kiểm tra những tính năng của bộ phát và thu HF có theo đúng thiết kế hay không. Đánh giá công suất phát xạ của bộ phát qua các loại anten khác nhau công suất nhận được.

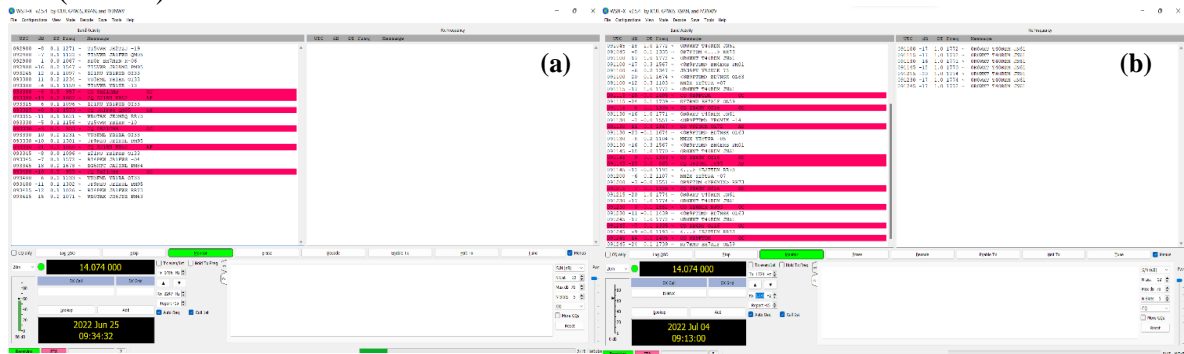


**Hình 6.** Mô hình thử nghiệm truyền tin HF.

Mô đun HF sẽ được kết nối với máy tính qua cổng RS 232 (Hình 6), sử dụng chương trình AIRSPY SDR Studio phiên bản 1.0.0.1858 để thiết lập các thông số về tần số, kênh, biên độ sóng, công suất cho từng mô đun [22]. Thử nghiệm lần 1: bộ phận thu và phát được kết nối với nhau bằng dây tín hiệu và bộ tải giả để giảm công suất phát từ bộ phận phát theo các mức giảm 10, 100, 1000, 100.000 và 1000.000 lần. thử nghiệm lần 2: bộ phận thu và phát được lắp các loại ăng ten khác nhau để đánh giá công suất thu được.

Kết quả thử nghiệm tại phòng thí nghiệm: cùng một công suất phát, khi thay các loại ăng ten khác nhau, công suất thu sẽ có sự thay đổi tương ứng, điều này do mỗi loại ăng ten có hệ số độ nhạy khác nhau, chuỗi bản tin gửi và nhận là tương đồng nhau, tỉ lệ gói “bit” lỗi trung bình  $3,0 \times 10^{-4}$ .

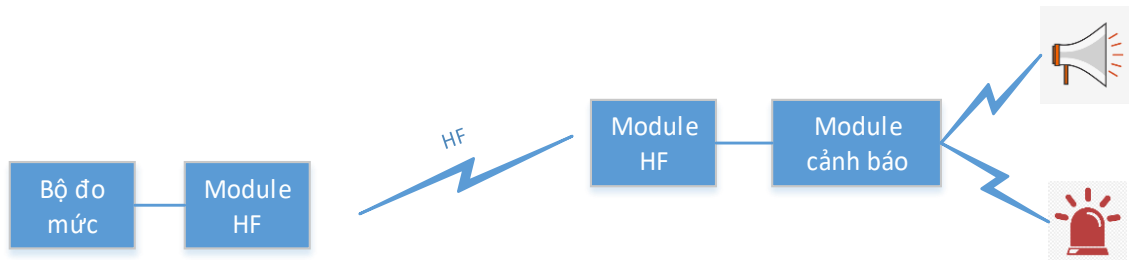
Sau khi thử nghiệm tại phòng thí nghiệm, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm ngoài trời với một điểm phát đặt tại Thị trấn Đông Anh và một điểm đặt tại Đại học Bách khoa Hà Nội, điểm thu được đặt tại phòng thí nghiệm (trụ sở Tổng cục Khí tượng Thủy văn). Kết quả đạt được tương tự, chuỗi bản tin gửi đi từ bộ phận phát được nhận đầy đủ tại bộ phận thu (Hình 7).



**Hình 7.** Kết quả thử nghiệm truyền tin ngoài trời: (a) Kết quả thử nghiệm tại ĐH Bách khoa; (b) Kết quả thử nghiệm tại Đông Anh.

**b) Thử nghiệm các mức cảnh báo**

Sau khi thực hiện thử nghiệm mức độ thu, nhận sóng HF của bộ phận phát và thu, nhóm nghiên cứu đã kết nối mô đun đo mực nước với bộ phận phát (với tần số và công suất đã được cấu hình từ trước) và mô đun cảnh báo (còi, loa, đèn, bảng tín hiệu) với mô đun thu. Hệ thống sẽ được thiết lập giả định ở 03 mức cảnh báo mực nước 10 cm, 20 cm và 30 cm (Hình 8).



**Hình 8.** Mô hình thử nghiệm cảnh báo mực nước.

Kết quả thử nghiệm thu được: bộ đo mực nước hoạt động tốt, gửi tín hiệu các mức cảnh báo tới mô đun phát HF, cùng thời điểm đó mô đun thu tín hiệu cũng nhận được sóng tới và phát các tín hiệu cảnh báo tương ứng với 03 mức giả định.

**4. Kết luận**

Hầu hết các nghiên cứu chế tạo hệ thống quan trắc đều có đặc điểm giống nhau là cảnh báo lũ thời gian thực theo các mức báo động lũ, thông tin cảnh báo được truyền tải bằng âm thanh và tín hiệu đèn để cảnh báo cho cộng đồng chủ động các giải pháp ứng phó. Hệ thống này bao gồm hai bộ phận chính: Bộ phận phát bao gồm cảm biến đo mực nước theo thời gian thực có chức năng giám sát sự lên xuống của mực nước và phát ra sóng vô tuyến đến bộ phận cảnh báo (Bộ phận thu) được lắp đặt tại khu vực dân cư sinh sống nằm trong phạm vi ảnh hưởng của lũ.

Với mục tiêu đưa thông tin cảnh báo nhanh nhất, sớm nhất tới cộng đồng dân cư để người dân kịp thời chuẩn bị công tác ứng phó, giải pháp sử dụng sóng vô tuyến để kết nối thiết bị quan trắc với bộ phận cảnh báo lắp đặt tại khu vực dân cư là một giải pháp hữu hiệu để cung cấp thông tin cảnh báo theo thời gian thực. Giải pháp này có thể giải quyết được bài toán khó khăn trong công tác dự báo, cảnh báo lũ, đặc biệt là lưu vực sông, suối nhỏ ở nước ta.

Trên cơ sở mô hình cảnh báo lũ sử dụng sóng vô tuyến của tác giả Nguyễn Đức Hùng, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo mức nước lũ từ xa sử dụng sóng vô tuyến cho các lưu vực sông nhỏ” được phê duyệt thực hiện, kết quả hệ nghiên cứu và thử nghiệm được trình trong nghiên cứu này chính là một phần của sản phẩm đề tài nêu trên.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.N.L., T.Q.N.; Lựa chọn giải pháp, đề xuất cải tiến công nghệ: N.M.H.; Viết bản thảo bài báo: T.Q.N.; Chỉnh sửa bài báo: V.N.L.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Hashim, Y.; Idzha, A.H.B.M.; Jabbar, W.A. The Design and Implementation of a Wireless Flood Monitoring System. *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.* **2021**, 10(3–2), 7–11.
2. Harshali, S.; Mali, Marathe, A.R.; Priyanka, K. Patil. Flood Monitoring and Alerting System based on IOT. *IJARIE–ISSN(O)–2395–4396.* **2021**, Vol–7 Issue–
3. Finawan, A.; Tahir, R.; Eliyani, E.; Fauziah, A.; Jannifar, A. Early warning system on flood hazard in river flow area based on radio frequency. *IOP. Conf. Series: Earth Environ. Sci.* **2019**, 268, 012164.
4. Phương, T.A.; Trà, T.V.; Đức, N.A.; Sơn, D.H.; Cường, T.M.; Anh, P.N.; Linh, B.H.; Nhung, T.T. Nghiên cứu thử nghiệm xây dựng hệ thống giám sát và cảnh báo lũ, lụt và hạn hán tích hợp theo thời gian thực trên nền tảng WebGIS. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *EME4*, 314–324.
5. Thăng, T. Cảnh báo lũ từ xa – Kinh nghiệm từ Thủy điện Buôn Kuốp. Báo điện tử Chính phủ, 29/7/2017.
6. Quyết định số 54049/QĐ–SHTT, ngày 08 tháng 8 năm 2017 của Cục sở hữu trí tuệ.
7. Maxim Integrated Products. Inc. Selecting and Using RS–232, RS–422, and RS–485 Serial Data Standards. 2020. <https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/tutorials/7/723.html>.
8. SDI–12 A Serial–Digital Interface Standard for Microprocessor–Based Sensors, Version 1.4, SDI–12 Support Group, 2017.
9. King Pigeon Hi–Tech. Co., Ltd. GSM/SMS/3G/4G Remote Alarm Controller Digital Input Monitoring Alarm Unit, 2017.
10. Anh, P. Trường điện tử và truyền sóng. NXB đại học quốc gia Hà nội, 2009, tr. 303.
11. Dũng, N.P.A.; Hiền, P.T.T. Truyền sóng và Anten. Giáo trình đào tạo Đại học, Học viên Công nghệ bưu chính viễn thông, 2006.
12. Clark, S.; Andy.; Truong, H.L. MQTT For Sensor Networks (MQTT–SN) Protocol Specification Version 1.2. OASIS Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Technical Committee, 2020, pp. 28.
13. Egli, P.R. MQTT – Message Queueing Telemetry Transport Introduction to MQTT, a protocol for M2M and IoT applications. *Presentation* **2017**, Doi:10.13140/RG.2.2.13210.54721.
14. Saxena, S.; Jain, S.; Arora, D.; Sharma, P. Implications of MQTT Connectivity Protocol for IoT based Device Automation using Home Assistant and OpenHAB. International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 13 February 2020, 475–480D.
15. Alexandre, S.; Carlier, F.; Renault, V. Data Exchange with the MQTT Protocol: Dynamic Bridge Approach. Proceeding of the 2019 IEEE 89<sup>th</sup> Vehicular Technology Conference (VTC2019-Spring), 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/VTCSpring.2019.8746333.



16. ISO 20022 and JSON: An Implementation Best Practices Whitepaper, 2018.
17. Adam Linker. Creating and Controlling JSON Output with the JSON Procedure. SAS® Institute Inc. 2019, SAS3506.
18. Vaisala. QHR104 Radar Water Level Sensor. <https://www.vaisala.com>.
19. SUTRON. Radar Level Sensor (RLS) CSI Specifications. <https://www.sutron.com>.
20. SUTRON. Laboratory and Field Tests of the Sutron RLR-0003-1 Water Level Sensor. <https://www.sutron.com>.
21. Campbellscientific. Sonic ranging sensor. <https://www.campbellsci.eu/>.
22. Paolo Romani. The big book of SDRSharp and its whole universe V4.4 (aligned to SDR# Studio revision 1.0.0.1858). 2021. AIRSPY.

## **Research and selection of monitoring technology solutions to build flood warning systems for sub-basins in Vietnam**

**Tran Quang Ngoc<sup>1\*</sup>, Nguyen Minh Hai<sup>1</sup>, Vu Ngoc Linh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of hydro-meteorological forecasting management; vnlinh@monre.gov.vn

<sup>2</sup> Center for hydro-meteorological observation; tqngoc@gmail.com

**Abstract:** This paper presents the results of improving the exclusive patent “Remote flood warning device using radio waves” by author Nguyen Duc Hung to suit actual conditions, serving water level monitoring over time. Realize and broadcast flood warnings to communities living in small river and stream basins (sub-basin). Through the use of Rayleigh standard for radio frequency band selection, the system is designed with additional data transmission options, connection protocols, additional integrators, data storage, and structured programming. data and device status reports. After upgrading, the remote flood warning device using radio waves can be connected to modern water level gauges, measuring points using the same radio frequency, with additional data transmission features. over GPRS, 3G/4G and integrated, data storage (datalogger). Testing the operation of the system in the laboratory and outdoors, the results are obtained, the receiver and transmitter are well connected via HF radio waves, the hypothetical test with 03 warning levels shows that the part The water level gauge works well, the alarm transmitter has received the signal and broadcasts the warning information corresponding to 03 levels of assumption. Testing parameters have achieved good results, this system can be applied in practice to monitor and warn real-time flood water levels for sub-basin in Vietnam.

**Keywords:** Water level early warning; Floods on sub-basin; Water level monitoring and warning technology.