

THUẬT TOÁN TDOA VÀ BÀI TOÁN GIÁM SÁT VỊ TRÍ CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG

Nguyễn Đức Việt

* Học viện Công nghệ Bưu Chính Viễn Thông

Tóm tắt: Thuật toán TDOA (Time Difference of Arrival) được ứng dụng nhiều trong các bài toán xác định vị trí của các mục tiêu, dựa trên các thời gian tới TOA (Time Of Arrival) của tín hiệu từ mục tiêu tới các trạm thu đặt trong vùng không gian quan sát. Trong bài báo này đề xuất một ứng dụng của thuật toán TDOA để xác định vị trí của các phương tiện giao thông (xác định tự nguyện hay cưỡng bức) khi không thể áp dụng các phương pháp xác định vị trí khác như phương pháp định vị dùng tín hiệu GPS, hay theo các cel trong kỹ thuật điện thoại di động ...

Từ khóa: TDOA, TOA, giám sát vị trí, GPS...

I. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay nhu cầu cần phải giám sát vị trí của các phương tiện giao thông là rất cần thiết, nó phục vụ cho công tác giám sát, điều hành, can thiệp, tìm kiếm, cứu hộ, cứu nạn... được nhanh chóng và chính xác.

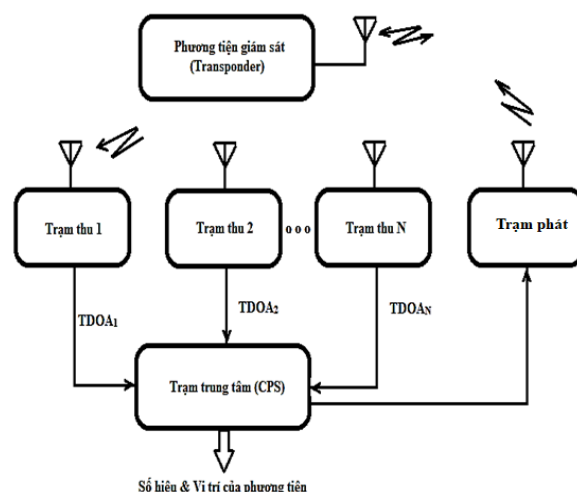
Bên cạnh một phương thức khá phổ biến hiện nay là xác định vị trí của mục tiêu dựa trên tín hiệu định vị vệ tinh GPS (Global Positioning System). Một phương thức định vị vị trí khác cũng được biết đến đó là định vị theo các CELL (các trạm tế bào) của hệ thống Viễn thông, tuy nhiên tồn tại một hạn chế của những phương pháp này đó là phụ thuộc hoàn toàn vào tín hiệu của các vệ tinh và hoạt động của các hệ thống viễn thông di động. Khi các thiên tai như mưa bão, lũ lụt, sạt lở thì thường là các hệ thống này bị sự cố hoặc ngừng hoạt động.

Hệ thống dùng N trạm thu và một trạm phát tín hiệu hội để thu thập thông tin vị trí của một hay nhiều mục tiêu cần giám sát ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu này, hệ thống này được biết đến với tên gọi là hệ thống MLAT (Multilateration), mô hình cơ bản của hệ thống được cho thấy ở hình 1 dưới đây [8]:

Thành phần của hệ thống bao gồm:

- Trạm phát: là một trạm phát tín hiệu hội
- Các phương tiện cần giám sát: trên mỗi phương tiện cần giám sát có lắp 1 Transponder, có khả năng thu nhận tín hiệu hội từ trạm phát, và phát tín hiệu trả lời gửi tới các trạm thu

- Trạm thu: các trạm thu từ 1-N là nơi thu nhận tín hiệu trả lời từ các phương tiện cần giám sát
- Trạm xử lý trung tâm: là nơi thu nhận và xử lý các dữ liệu được gửi về từ các trạm thu và cho ra kết quả cuối cùng về thông tin vị trí của các phương tiện

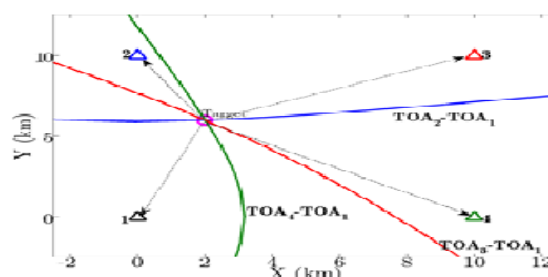


Hình. 1. Hệ thống giám sát phương tiện

1.1 Thuật toán TDOA và cách tính tọa độ mục tiêu

Thuật toán TDOA (Time Difference of Arrival) được ứng dụng nhiều trong các bài toán xác định vị trí của các mục tiêu, nó dựa trên sự sai khác về thời gian tới TOA (Time Of Arrival) của tín hiệu trả lời từ mục tiêu đến các trạm thu trong hệ thống, để tính toán ra vị trí của mục tiêu nhờ giao điểm của các Hypecbol, mỗi Hypecbol này có 2 tâm điểm chính là vị trí của các trạm thu, do đó phương pháp xác định vị trí này còn được gọi là phương pháp Hypecbol [5]

Phương pháp Hypecbol được minh họa với bốn trạm thu ở hình vẽ số 2



Hình. 2. Phương pháp Hypecbol 4 trạm thu

Tác giả liên hệ: Nguyễn Đức Việt,

Email: vietnn@ptit.edu.vn

Đến tòa soạn: 23/8/2021, chỉnh sửa: 04/10/2021, chấp nhận đăng: 17/10/2021.

Có nhiều phương pháp tính toán tọa độ mục tiêu dựa trên tọa độ của các trạm thu và khoảng cách từ mục tiêu đến các trạm thu, tuy nhiên để phù hợp với mô hình của bài toán giám sát vị trí trong nghiên cứu này chúng ta xem xét đến phương pháp sau đây:

Trong hình vẽ số 2 chúng ta có tọa độ các trạm thu sẽ là $M_i(x_i, y_i)$, khoảng cách từ các trạm thu tới mục tiêu là r_i , cần xác định tọa độ mục tiêu (x_t, y_t)

Mỗi vị trí thu được mô tả bởi một vector vị trí từng trạm độc lập x_i và tạo ra một vector t_i các tín hiệu đo lần lượt trên từng trạm. Sau đó dự đoán rằng một trong các trạm (lấy ví dụ trạm đầu tiên) được đặt tại gốc của hệ tọa độ, tức là khoảng cách của các kênh từ mục tiêu áp dụng có công thức $r_0 = \sqrt{(x_t)^2 + (y_t)^2}$. Cho rằng vector d và từng thành phần được xác định:

$$\begin{aligned} \mathbf{d}_i &= \mathbf{c} \cdot \mathbf{r}_i = \sqrt{(x_i - x_t)^2 + (y_i - y_t)^2} - \sqrt{(x_t)^2 + (y_t)^2} \\ &= \mathbf{r}_i - \mathbf{r}_0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Sau các bước giải ta có hệ phương trình rút gọn:

$$\mathbf{S} \cdot \mathbf{X}_t = \mathbf{Z} - \mathbf{d} \cdot \mathbf{r}_0 \quad (2.2)$$

Với $\mathbf{S}$ là ma trận của từng tọa độ trạm và $\mathbf{Z}$ là ma trận thuộc phương trình sau: $z_i = x_i^2 + y_i^2 - d_i^2$. Ở đây xác định từng giá trị của thành phần ma trận $\mathbf{S}, \mathbf{Z}, \mathbf{d}$ là cho trước. Giải phương trình ma trận (2.2) ta được như sau:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}_t &= (\mathbf{S}^T \cdot \mathbf{S})^{-1} \cdot \mathbf{S}^T \cdot (\mathbf{Z} - \mathbf{d} \cdot \mathbf{r}_0) = \\ &= (\mathbf{S}^T \cdot \mathbf{S})^{-1} \cdot \mathbf{S}^T \cdot \mathbf{Z} - (\mathbf{S}^T \cdot \mathbf{S})^{-1} \cdot \mathbf{S}^T \cdot \mathbf{d} \cdot \mathbf{r}_0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Cho trước $\mathbf{a} = (\mathbf{S}^T \cdot \mathbf{S})^{-1} \cdot \mathbf{S}^T \cdot \mathbf{Z}$, $\mathbf{b} = (\mathbf{S}^T \cdot \mathbf{S})^{-1} \cdot \mathbf{S}^T \cdot \mathbf{d}$ với phương trình (2.3) viết dưới dạng sau:

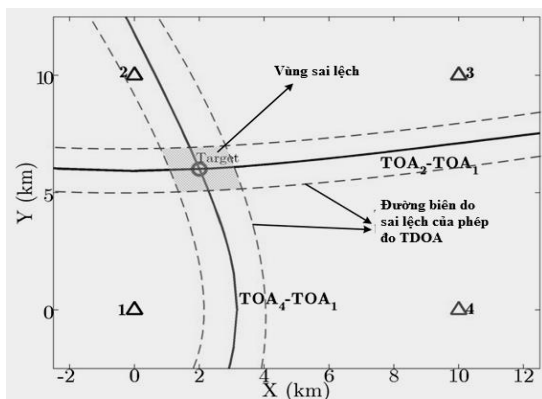
$$\mathbf{X}_t = \mathbf{a} - \mathbf{b} \cdot \mathbf{r}_0 \quad (2.4)$$

Trong đó từng thành phần của vector $\mathbf{X}_t$ là:

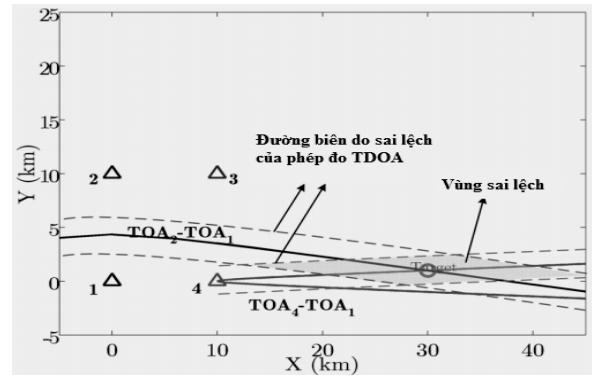
$$x_t = a_1 - b_1 \cdot r_0 \text{ và } y_t = a_2 - b_2 \cdot r_0$$

Nếu như phương trình bậc hai là giải được và với một ẩn số là r_0 thì sau khi giải phương trình bậc hai ta đạt được r_{01} và r_{02} trở lại phương trình (2.4) ở đây ta sẽ tính toán được tọa độ mục tiêu cần tìm.

Trong khi triển khai hệ thống giám sát sẽ nảy sinh 2 trường hợp tổng quát, mà vị trí của phương tiện nằm ở trong hay ngoài vùng chúng ta bố trí các trạm thu, việc này gây ra các sai số không đồng đều, điều này được khảo sát ở 2 hình vẽ số 3 và số 4 dưới đây:



Hình 3. Sai số khi mục tiêu nằm trong không gian các trạm thu



Hình 4. Sai số khi mục tiêu nằm ngoài không gian các trạm thu

1.2 Phương thức hoạt động của hệ thống giám sát đa điểm MLAT (Multilateration)

Hệ thống giám sát ở hình một hoạt động như sau:

Một trạm phát sóng làm nhiệm vụ phát ra một tín hiệu hồi có tần số là 1030Mhz vào không gian, cấu trúc của tín hiệu này được tính toán theo yêu cầu của mục đích hồi (hồi có địa chỉ tức là hồi một đối tượng có ID biết trước hay hồi quảng bá chung cho mọi đối tượng nằm trong vùng phủ sóng)

Khi bộ phận Anten trên các thiết bị Transponder (được lắp trên các phương tiện cần giám sát) nhận được tín hiệu hồi có tần số 1030Mhz của máy hồi, ngay lập tức thiết bị này phát một tín hiệu trả lời có tần số 1090Mhz, tùy thuộc vào cấu trúc của tín hiệu hồi mà tín hiệu trả lời sẽ có cấu trúc tương ứng

Các trạm thu sẽ thu nhận tín hiệu trả lời tần số 1090Mhz được phát ra từ các Transponder, Tại trạm thu sẽ đo được TOA của tín hiệu trả lời và gửi thông tin này đến trung tâm xử lý, tại đây sẽ đo đạc và tính toán TDOA cho ra kết quả là số hiệu và vị trí mục tiêu. Các kết quả này được xử lý, định dạng hiển thị tại chỗ và gửi đến trung tâm kiểm soát.

1.3 Các cấu trúc tín hiệu hồi và đáp của hệ thống [6]

1.3.1 Chế độ hồi / đáp quảng bá (A/C)

Trong chế độ này trạm phát thông qua hệ thống Anten quay phát xạ một tín hiệu hồi ở tần số 1030MHz [42], các phương tiện nằm trong vùng phủ sóng của trạm phát sau khi thu nhận được tín hiệu hồi này sẽ tiến hành xử lý thông tin và phát đáp một tín hiệu trả lời ở tần số 1090MHz, tín hiệu phát đáp này được gọi là tín hiệu phát đáp chế độ A/C, trong đó các thông tin về mục tiêu được chứa đựng trong mã A, các thông tin về độ cao được chứa đựng trong mã C.

Một trong những nhược điểm của tín hiệu hồi/ đáp ở chế độ mode A/C đó là các tín hiệu mã hóa A là không phải duy nhất dẫn đến nhầm lẫn về nhận dạng mục tiêu. Khi có quá nhiều phương tiện nằm trong vùng phủ sóng của trạm phát cùng nhận được tín hiệu hồi và gửi tín hiệu trả lời, dẫn đến lỗi do tốc độ cập nhật của hệ thống MLAT không đáp ứng được hay băng thông của các kênh truyền dẫn dữ liệu bị quá tải (ngập nghẽn) và gây ra các lỗi sai số.

Phạm vi của các tín hiệu ở chế độ này là vào khoảng 250 NM (khoảng 400Km), tuy nhiên nó còn phụ thuộc vào sự tổn hao trong khi truyền và mật độ lưu lượng giao thông trong vùng phủ sóng.

1.3.2 Chế độ hỏi /đáp có chọn lọc S (S – Seleccion)

Hoạt động của hệ thống ở chế độ S tương tự như của hệ thống ở chế độ mode A/C. Các đặc tính vật lý và những hạn chế về tín hiệu là như nhau so với các đặc tính vật lý và những hạn chế của các tín hiệu của hệ thống ở chế độ A / C. Tín hiệu của hệ thống ở chế độ S cũng là một tín hiệu có tần số 1090 MHz được phát trả lời khi nhận được tín hiệu hỏi tần số 1030 MHz.

Sự khác biệt chủ yếu so với các tín hiệu hệ thống ở chế độ A / C là chế độ S cho phép hỏi có chọn lọc, tức là chế độ S chỉ thăm vắn những phương tiện được quan tâm. Việc hỏi có chọn lọc được thực hiện là mỗi một phương tiện đều có một nhận dạng duy nhất trên phạm vi toàn cầu đó là địa chỉ ICAO [39]. Do đó, hệ thống ở chế độ S thăm vắn chỉ duy nhất một phương tiện riêng biệt nào đó. Địa chỉ ICAO được tạo bởi 24 bit và để gửi đi loại tín hiệu này phương tiện phải được trang bị thiết bị thu nhận và phát tín hiệu lại chế độ S. Tín hiệu trả lời ở chế độ S được tạo thành từ một chuỗi xung, được điều chế trên sóng mang tần số 1090 MHz, theo tiêu chuẩn mà ICAO khuyến cáo[39]

Việc sử dụng các tín hiệu chế độ mode S cho phép các hệ thống MLAT xác định rõ ràng từng mục tiêu hiện diện trong vùng phủ sóng của nó. Hơn nữa, thông tin về độ cao của tín hiệu trả lời chế độ mode S có độ phân giải cao hơn (25 feet) so với chế độ mode A/C là (100 feet)

Tốc độ cập nhật của hệ thống ở chế độ này vẫn còn thấp, tuy nhiên do việc hỏi có chọn lọc nên tốc độ cập nhật tốt hơn so với chế độ mode A/C

Phạm vi của các tín hiệu ở chế độ này cũng giống như ở mode A/C tức là khoảng 400Km. Tuy nhiên cự ly thực tế còn phụ thuộc vào tổn hao trong khí quyển và mật độ lưu lượng giao thông trong vùng phủ sóng.

1.3.3 Chế độ mode S Squitter

Tất cả những phương tiện được trang bị thiết bị Transponder chế độ mode S đều có thể hoạt động ở chế độ này, khi đó các Transponder tự động phát các bản tin chứa các thông tin về địa chỉ ICAO của mình với chu kỳ một giây một lần, mà không cần phải có bất kì tín hiệu hỏi nào của hệ thống. Tín hiệu Squitter chế độ mode S cho phép triển khai hệ thống MLAT mà không cần tới tín hiệu hỏi của trạm phát. Chế độ này được gọi là MLAT thụ động và nó chỉ áp dụng cho chế độ mode S.

Các tín hiệu Squitter chế độ S tương tự về mặt vật lý so với các tín hiệu của hệ thống SSR chế độ S, chỉ khác biệt duy nhất về tốc độ cập nhật. Nội dung thông báo, giới hạn và phạm vi hoạt động là như nhau.

Như vậy: Với ba cấu trúc tín hiệu đã xét ở trên, mỗi một cấu trúc tín hiệu sẽ phù hợp với các mục đích, quy mô của hệ thống MLAT, với hệ thống có số phương tiện nhỏ (vài chục phương tiện) thì cấu trúc A/C sẽ phù hợp, với hệ thống có số lượng phương tiện lớn hơn (vài trăm phương tiện) thì cấu trúc S sẽ phù hợp, hơn nữa nếu tốc độ tính toán của các trạm trung tâm được nâng lên đáng kể thì cấu trúc S-Squitter cho phép triển khai mà không cần dùng đến các trạm phát trong hệ thống. Trong phạm vi của bài báo và dự án lần này chúng tôi sẽ thử nghiệm với hệ thống giám sát các phương tiện là xe ô tô (đối tượng cần giám sát đặc biệt) nên sẽ chọn cấu trúc tín hiệu là chế độ A/C.

1.4 Tính toán vùng phủ sóng (phạm vi hoạt động của hệ thống) [1]

1.4.1 Cự ly hoạt động khi hỏi

Máy phát của trạm phát xạ tín hiệu hỏi với công suất P_{phH} ra anten của nó, (anten này có hệ số khuếch đại là G_H). Tín hiệu hỏi truyền lan qua khoảng cách r tới các Transponder có anten với diện tích hiệu dụng là A_{TL}, lúc này Transponder sẽ thu được tín hiệu hỏi với công suất P_{thu TL} ở đầu vào anten:

$$P_{thu TL} = \frac{P_{phH}}{4\pi r^2} G_H \cdot A_{TL} \quad (2.5)$$

Nếu anten của Transponder có hệ số khuếch đại là G_{TL} và bước sóng làm việc của hệ thống radar thứ cấp là λ thì:

$$A_{TL} = \frac{G_{TL} \cdot \lambda^2}{4\pi} \quad (2.6)$$

Kết hợp (3. 1) và (3. 2) ta có:

$$P_{thu TL} = \frac{P_{phH}}{(4\pi)^2 r^2} G_H \cdot G_{TL} \cdot \lambda^2 \quad (2.7)$$

$$A = \frac{1}{(4\pi)^2} G_H \cdot G_{TL} \cdot \lambda^2$$

Đặt:

Ta được:

$$P_{thu TL} = \frac{P_{phH}}{r^2} A \quad (2.8)$$

Công suất P_{thu} ở đầu vào của Transponder đủ kích hoạt máy trả lời nếu P_{thu} ≥ P_{thu min TL} với P_{thu min TL} là độ nhạy máy thu của trạm thu. Do vậy cự ly cực đại để có thể còn kích hoạt được Transponder là:

$$r_{1max} = \sqrt{\frac{P_{phH} \cdot A}{P_{thu min TL}}} \quad (2.9)$$

1.4.2 Cự ly hoạt động khi trả lời

Khi bị kích hoạt với tín hiệu hỏi đủ lớn Transponder sẽ phát tín hiệu trả lời có công suất là P_{phTL}. Khi đó ở máy thu của trạm thu sẽ thu được tín hiệu trả lời ở đầu vào với công suất:

$$P_{thu H} = \frac{P_{phTL} \cdot A}{r^2} \quad (2.10)$$

Để có thể giải mã tín hiệu trả lời thì công suất tín hiệu trả lời thu được phải lớn hơn độ nhạy máy thu của trạm thu : P_{thu H} ≥ P_{thu min H}. Do vậy cự ly cực đại để có thể nhận và giải mã được tín hiệu trả lời là:

$$r_{2max} = \sqrt{\frac{P_{phTL} \cdot A}{P_{thu min H}}} \quad (2.11)$$

Như vậy:

- Ở cự ly $r > r_1 \text{ max}$ thì tín hiệu hỏi không kích hoạt được máy trả lời.
- Ở cự ly $r > r_2 \text{ max}$ thì tín hiệu trả lời quá yếu không đủ để giải mã.
- Cự ly làm việc của đài radar thứ cấp:
 $R_{\text{max}} = \min(r_1 \text{ max}, r_2 \text{ max})$

Trong thiết kế thường cố gắng đạt $r_1 \text{ max} = r_2 \text{ max}$, tức là chọn sao cho:

$P_{\text{ph H}} = P_{\text{ph TL}}, P_{\text{thu min H}} = P_{\text{ph TL}}, P_{\text{thu min TL}}$

Như vậy:

- Cự ly hoạt động khi hỏi phụ thuộc vào tỷ số $\frac{P_{\text{phH}}}{P_{\text{thuTL}}}$
 Do đó, muốn tăng cự ly này ta cần phải tăng công suất phát của trạm phát hoặc tăng độ nhạy máy thu của Transponder
- Cự ly hoạt động khi trả lời phụ thuộc vào tỷ số $\frac{P_{\text{phTL}}}{P_{\text{thuH}}}$

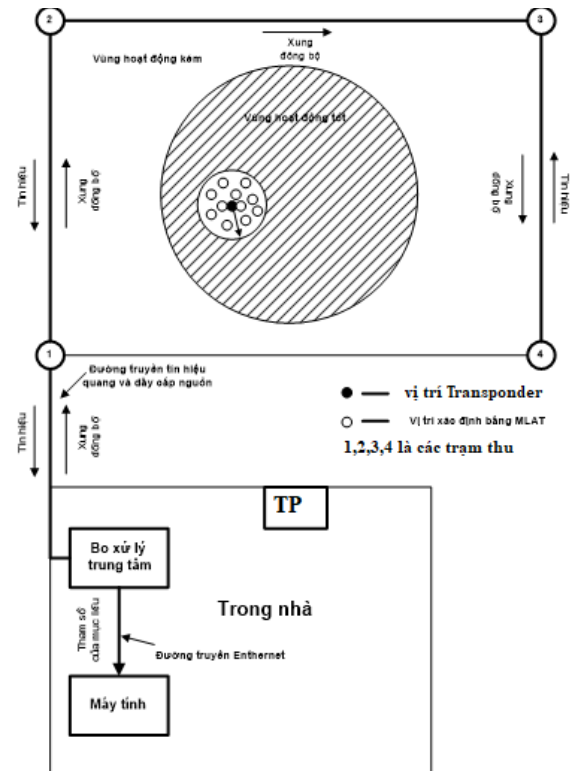
Vì vậy muốn tăng cự ly tuyến trả lời cần phải tăng công suất phát của Transponder hoặc tăng độ nhạy máy thu của trạm thu.

II. THIẾT KẾ VÀ THỬ NGHIỆM

Hệ thống giám sát vị trí các phương tiện được thiết kế bao gồm những thành phần sau đây [8]

- Trạm phát: Máy phát tín hiệu hỏi ở chế độ quảng bá tần số 1030Mhz.
- Trạm thu: Máy thu tín hiệu trả lời tần số 1090Mhz từ các Transponder gắn trên các phương tiện, gửi các số liệu về TOA về trạm xử lý trung tâm.
- Transponder: Gắn trên các phương tiện có khả năng thu nhận tín hiệu hỏi 1030Mhz từ trạm phát và phát tín hiệu trả lời 1090Mhz gửi tới các trạm thu.
- Trạm xử lý trung tâm: thu nhận tín hiệu gửi về từ các trạm thu, tính toán các TDOA và cho ra vị trí, định danh của các phương tiện được giám sát.
- Hệ thống truyền số liệu từ các trạm thu về trạm trung tâm: có thể dùng hệ thống cable quang hay hệ thống vô tuyến để thực hiện nhiệm vụ này.

Trong phạm vi của bài báo này chúng tôi sẽ đề xuất một hệ thống với bốn trạm thu (mô hình tiêu biểu) được bố trí trong khuôn viên nhỏ, các trạm thu và trạm xử lý trung tâm được kết nối với nhau thông qua một hệ thống cable quang, mô hình này được trình bày ở hình vẽ số 5 dưới đây:



Hình. 5. Hệ thống giám sát triển khai trong thực tế

2.2 Tham số chính của các thành phần trong hệ thống giám sát

2.2.1 Các trạm thu:

- Tần số trung tâm: 1.090 MHz.
- Độ nhạy máy thu: $\leq -90 \text{ dBm}$
- Tần số trung gian: 60 MHz.
- Dải thông máy thu: 20 MHz.
- Dải động máy thu: 60 dB.

2.2.2 Các Transponder:

Các Transponder được cấu tạo bởi hai thành phần là máy thu Transponder và máy phát Transponder

Máy thu Transponder:

- Tần số trung tâm: 1030 MHz
- Độ nhạy máy thu: $\leq -72 \text{ dBm}$.
- Dải động: $\geq 50 \text{ dB}$.
- Dải thông: 9 MHz.

Máy phát Transponder:

- Tần số trung tâm: 1090 MHz.
- Sai số tần số phát: $\pm 0,5 \text{ MHz}$.
- Công suất xung: 50 W.

2.2.3 Anten Transponder và trạm thu:

- Dải tần số làm việc: 1.025 MHz - 1.150MHz.
- Độ rộng cánh sóng ngang: 360 độ;
- Độ rộng cánh sóng đứng: 15 đến 30 độ.
- Độ khuếch đại: 6 dB

2.2.4 Trạm xử lý trung tâm:

- Được thiết kế trên máy tính PC theo chuẩn công nghiệp
- Hệ điều hành: Window
- Bộ chương trình được phát triển bằng: Ngôn ngữ Visual C++ 6.0
- Chương trình được cài đặt vào máy tính trung tâm

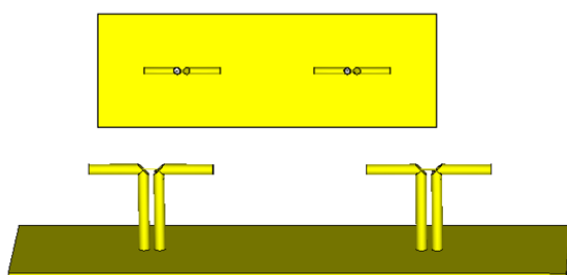
- Giao diện người-máy thân thiện
- Độ chính xác về vị trí: $\leq 7m$
- Khả năng phát hiện mục tiêu: 200 mục tiêu
- Khả năng thiết lập quỹ đạo: lớn hơn 5s
- Tích hợp được với hệ thống radar thứ cấp: Theo chuẩn ICAO và Annex 10 (phiên bản đầy đủ)
- Dữ liệu ra: ASTERIX CAT 010, 011 hoặc 021 (phiên bản đầy đủ)

2.3 Chế tạo và thử nghiệm hệ thống

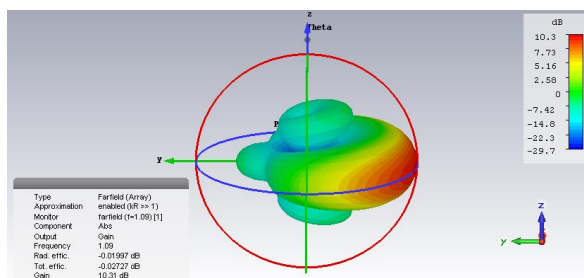
Trong khuôn khổ có hạn của bài báo này, chúng tôi xin trình bày thiết kế cho 2 loại anten, loại một chân từ dùng cho các Transponder và loại hai chân từ dùng cho máy thu tại các trạm thu

2.3.1 Anten 2 chân từ

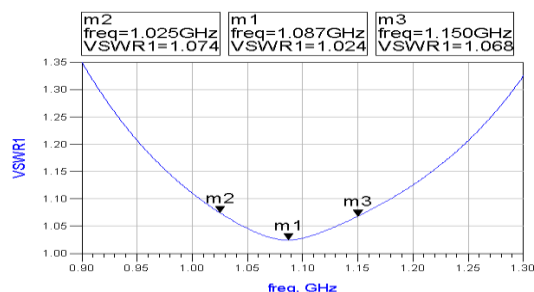
Tần số trung tâm của loại này là 1090Mhz, về kết cấu cơ khí được thiết kế theo hình 6 dưới đây



Hình. 6. Hình dạng của Anten 2 chân từ



Hình. 7. Biểu đồ hướng của Anten 2 chân từ

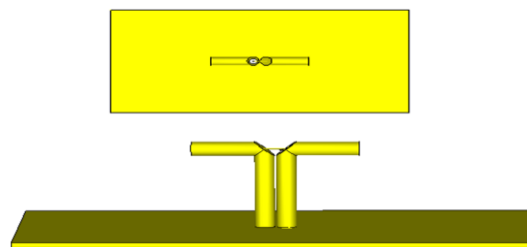


Hình. 8. Hệ số sóng đứng của Anten 2 chân từ

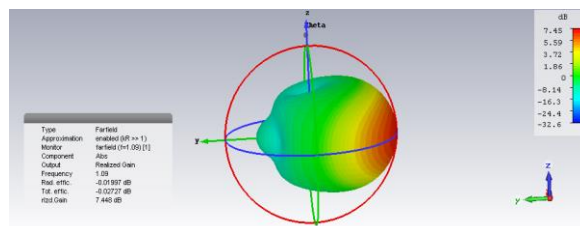
Qua phân tích biểu đồ hướng và hệ số sóng đứng của anten 2 chân từ chúng tôi nhận thấy anten này phù hợp để trang bị cho máy thu ở các trạm thu (tần số làm việc là 1090Mhz)

2.3.2 Anten 1 chân từ

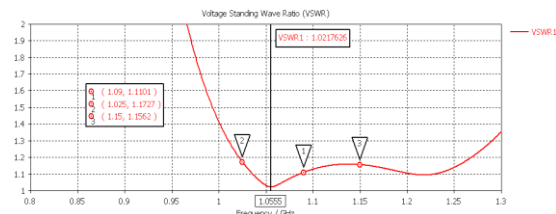
Kết cấu cơ khí được thiết kế theo hình 9 dưới đây



Hình. 9. Hình dạng của Anten 1 chân từ



Hình. 10. Biểu đồ hướng của Anten 1 chân từ



Hình. 11. Hệ số sóng đứng của Anten 1 chân từ

Phân tích biểu đồ hướng và hệ số sóng đứng của anten 1 chân từ chúng tôi nhận thấy anten này phù hợp để trang bị cho các Transponder (lắp trên các phương tiện) vì anten này làm việc trong dải tần rộng hơn (thu sóng ở tần số 1030Mhz và phát sóng ở tần số 1090Mhz).

Hình ảnh thực tế chế tạo và triển khai của anten ngoài thực tế được minh họa trên hình vẽ số 12



Hình. 12. Hình ảnh anten triển khai ngoài thực tế

2.3.3 Thử nghiệm hệ thống giám sát

Thực tế hệ thống giám sát đã được chúng tôi thử nghiệm ngoài thực địa với 4 trạm thu, một trạm phát sóng hỏi, một phương tiện gắn Transponder, một trạm xử lý trung tâm, hệ thống truyền dẫn tín hiệu đồng bộ, tín hiệu dữ liệu TOA giữa trạm xử lý trung tâm và các trạm thu được dùng là hệ thống cable quang. Tọa độ các trạm thu và trạm xử lý trung tâm được cho ở bảng số 1 sau đây:

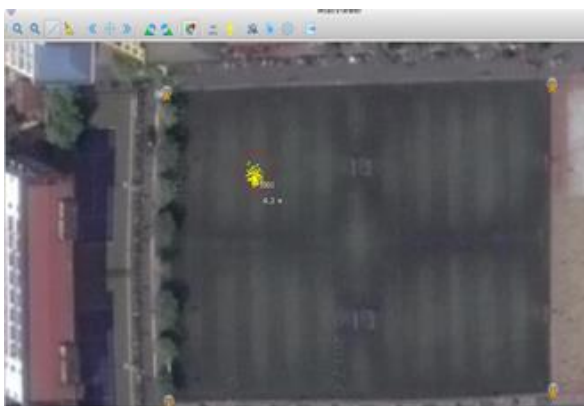
Bảng 1. Tọa độ các trạm trong hệ thống

STT	Tên trạm	Kinh độ	Vĩ độ	Độ cao
1	Trạm trung	105.785	21.0483	0

	tâm			
2	Trạm số 1	105.786	21.0477	0
3	Trạm số 2	105.785	21.0477	0
4	Trạm số 3	105.785	21.0486	0
5	Trạm số 4	105.786	21.0486	0

Kết quả thực tế vị trí của phương tiện được thể hiện ở hình số 13 cho thấy vị trí xác định được xung quanh vị trí thật của phương tiện với sai số lớn nhất 4.2m

(khi chưa tối ưu hóa vị trí các trạm thu).



Hình. 13. Kết quả giám sát trên màn hình trạm trung tâm

III. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày về một hệ thống radar thụ động, áp dụng thuật toán TDOA để xác định vị trí của các phương tiện tham gia giao thông, phương thức xác định này có thể là tự nguyện, hoặc cưỡng bức, được khuyến cáo dùng cả cho những trường hợp mà chủ phương tiện không hợp tác cho quá trình xác định vị trí của phương tiện.

Bên cạnh đó bài báo còn trình bày kết quả thiết kế và chế tạo sản phẩm tương đối quan trọng của hệ thống đó là thiết bị anten dùng cho các trạm thu và các Transponder trong hệ thống giám sát phương tiện.

Bài báo là tài liệu tham khảo cũng như kết quả cho việc triển khai các hệ thống giám sát trên nền tảng thuật toán TDOA và nguyên lý hoạt động của hệ thống MLAT

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phan Anh. Lý thuyết và kỹ thuật anten, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Phan Anh. Giáo trình Lý thuyết và Kỹ thuật siêu cao tần, Bộ môn Thông tin vô tuyến, Khoa Điện tử - Viễn thông.

- [3] Nguyễn Đức Việt, Trịnh Đăng Khánh, Tối ưu hóa thiết kế hệ thống giám sát phương tiện tại sân bay bằng ra đa thụ động, Khoa học và Kỹ thuật Khoa học và Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân sự, số 179, 2016
- [4] Pplk. Ing. Petr Hubáček. Optimalizace topologie TDOA systémůz hlediska přesnosti určení polohy cíle. Disertační práce, Brno, 2010.
- [5] M. L. Wood, "Propagation of Mode S Beacon Signals on the Airport Surface", MIT Lincoln Laboratory Journal, vol. 2, 1989.
- [6] K.C.Ho and Y.T. Chan, "Geolocation of a Known Altitude Object From TDOA and FDOA Measurements", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 33, No. 3, pp. 770-783, July 1997.
- [7] IvanA. Mantilla Gaviria, "New Strategies to Improve Multilateration Systems in the Air Traffic Control", Valencia, Spain 2013

TDOA ALGORITHM AND ITS APPLICATION FOR TRANSPORTATION VEHICLE POSITION SURVEILLANCE

Summary: Student monitoring system based on the RFID technology and cloud computing is created to facilitate transportation process and taking attendance quickly,

Abstract: The time difference of arrival (TDOA) algorithm has been widely applied in many target position tracking problems. The algorithm is based on the time of arrival (TOA) of the signals from the target to receivers located in the observation region. This paper proposes an application of the TDOA in locating transportation vehicle positions, in either a voluntary or an enforcement way, when some other position locating methods, such as GPS signal based method or cellular technology based method, are not applicable.

Keywords: TDOA, TOA, position surveillance, GPS.



Nguyễn Đức Việt, Nhận học vị Tiến sĩ năm 2016. Hiện công tác tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông. Lĩnh vực nghiên cứu: Định vị vô tuyến, hệ thống giám sát Multilateration