

NGUYỄN VĂN HUẤN

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP**

**Đề tài:**

***“Công nghệ FPGA”***

## Mục lục

Trang

<b>Phần 1 : Giới thiệu chung</b>	
<b>Chương 1 : Giới thiệu về mã ICAO</b> .....	4 -
<b>1. Hệ thống thông tin, dẫn đường, giám sát và quản lý không vận</b> .....	4 -
1.1 Hệ thống thông tin, dẫn đường và quản lý không vận.....	4 -
1.2 Hệ thống mạng viễn thông hàng không .....	7 -
1.3 Hệ thống dịch vụ không vận .....	8 -
1.3.1 Dịch vụ cảnh báo và thông tin chuyên bay .....	9 -
1.3.2 Định dạng cấu trúc trường của gói thông tin và nội dung dữ liệu .....	10 -
<b>2. Hệ thống rada giám sát không vận</b> .....	12 -
2.1 Tổng quan về hệ thống radar .....	12 -
2.2 Hệ thống radar giám sát sơ cấp .....	12 -
2.3 Hệ thống giám sát phụ thuộc tự động .....	13 -
2.4 Hệ thống radar thăm dò thứ cấp .....	14 -
2.4.1 Tín hiệu thăm dò chế độ mode – AC .....	16 -
2.4.2 Bộ phát đáp chế độ S.....	19 -
<b>Chương 2 : Giới thiệu về công nghệ FPGA</b> .....	24 -
<b>1. FPGA là gì ?</b> .....	24 -
<b>2. Ứng dụng của FPGA</b> .....	25 -
<b>3. Công nghệ lập trình FPGA</b> .....	25 -
3.1 Công nghệ lập trình dùng RAM tĩnh (SRAM).....	26 -
3.2 Công nghệ lập trình dùng cầu chì nghịch (anti-fuse).....	27 -
3.3 Công nghệ lập trình dùng EPROM và EEPROM.....	28 -
<b>Phần 2 : Mô phỏng mạch tạo mã ICAO bằng công nghệ FPGA</b> .....	30 -
<b>1. Code chạy chương trình FPGA</b> .....	31 -
<b>2. Kết quả</b> .....	38 -

### **Mục lục hình**

- Hình 1.1 : Mô hình hệ thống CNS/ATM
- Hình 1.2 : Mạng ATN
- Hình 1.3 : Cấu trúc trường của gói thông tin
- Hình 1.4 : Hệ thống định vị GPS
- Hình 1.5 : Sơ đồ hệ thống giám sát thứ cấp
- Hình 1.6 : Anten có độ mở lớn (LVA)
- Hình 1.7 : Tín hiệu SSR
- Hình 1.8 : định dạng tín hiệu trả lời mode-A/C
- Hình 1.9 : Định dạng tín hiệu thăm dò chế độ 3/A, C, S.
- Hình 1.10 : Tín hiệu thăm dò chế độ S.
- Hình 1.11 : Định dạng trả lời chế độ S
- Hình 1.12 : Mô tả mô hình lý thuyết của một FPGA
- Hình 1.13 : Công nghệ lập trình dùng SRAM
- Hình 1.14: Công nghệ lập trình cầu chì nghịch anti-fuse PLICE của Actel
- Hình 1.15 : Tranzitor dùng công nghệ lập trình EPROM và EEPROM
- Hình 2.1 : Kit Spartan-3E FPGA Starter

### **Mục lục bảng**

- Bảng 1 : Dịch vụ thông tin cảnh báo và chuyển bay chuẩn
- Bảng 2 : Các trường chuẩn của một gói thông tin
- Bảng 3 : Vị trí của các xung
- Bảng 4 : các chế độ, thông thường mode A, C

## LỜI MỞ ĐẦU

Việc nghiên cứu quản lý không vận là một vấn đề rất cần thiết và cấp bách đối với hàng không Việt Nam. Hiện tại các hệ thống giám sát và quản lý không vận trong nước đã cũ và tương đối lạc hậu. Việc quản lý không vận rất phức tạp, chúng ta phải tuân thủ theo các yêu cầu về kỹ thuật về nội dung mà tổ chức hàng không dân dụng quốc tế ICAO qui định.

Hệ thống giám sát không vận với kỹ thuật cao đã được ứng dụng rất phổ biến ở các nước phát triển. Với việc ứng dụng hệ thống giám sát này vào hàng không đã góp phần đáng kể vào việc giảm thiểu tai nạn hàng không. Hiện nay, chúng ta đang bước đầu xây dựng hệ thống giám sát kỹ thuật cao này. Mặc dù, hiện nay hệ thống giao thông hàng không của nước ta chưa quá phức tạp, mật độ chưa cao. Nhưng việc phát triển hệ thống giám sát có kỹ thuật cao và khả năng cung cấp thông tin có độ ổn định, chính xác cao vẫn là một nhiệm vụ cần thiết. Có nhiều hệ thống giám sát như hệ thống giám sát sơ cấp, hệ thống giám sát thứ cấp, hệ thống giám sát phụ thuộc tự động... song hệ thống giám sát thứ cấp là phù hợp với tình hình kinh tế, chính trị của nước ta nhất.

## PHẦN 1 : GIỚI THIỆU CHUNG

### Chương 1 GIỚI THIỆU VỀ MÃ ICAO

#### 1. Hệ Thống Thông Tin, Dẫn Đường, Giám Sát và Quản Lý Không Vận

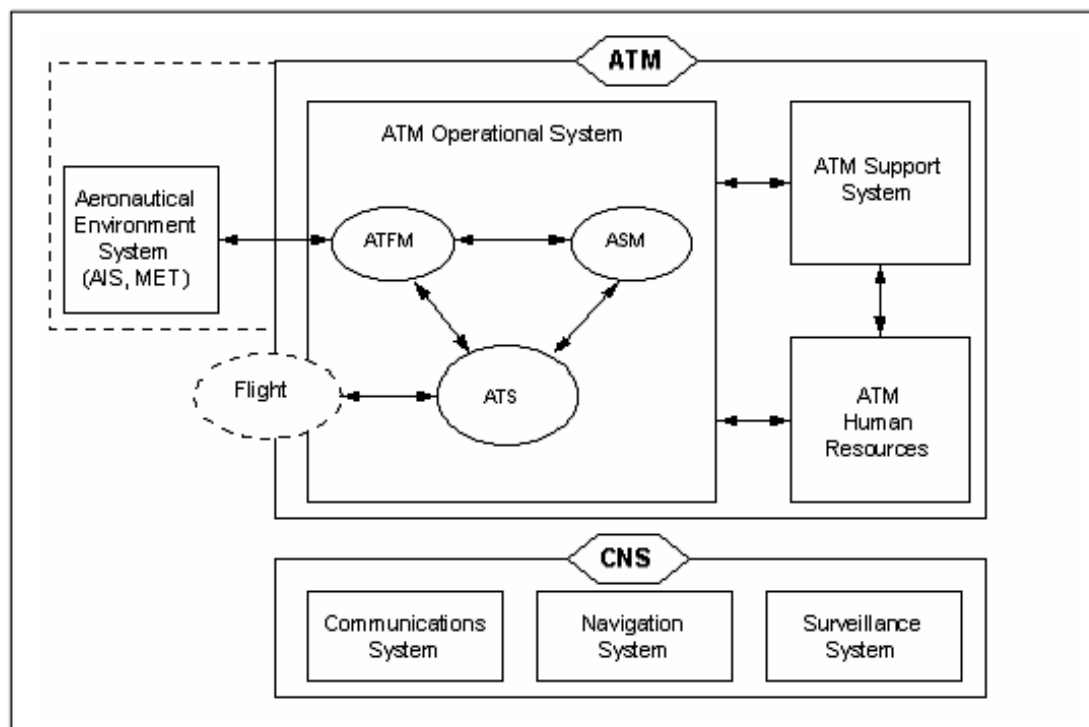
##### 1.1 Hệ thống thông tin, dẫn đường và quản lý không vận.

Hệ thống quản lý không lưu (Air Traffic Management - ATM) có thể hiểu là quản lý sự lưu thông của máy bay di chuyển trên không. Sự lưu thông của máy bay trên các tuyến đường bay cần phải tuân theo sự điều hành của bộ phận kiểm soát không lưu dưới mặt đất để đảm bảo hoạt động bay an toàn và hiệu quả. Tuy nhiên, để xác định tuyến đường bay trên không, tàu bay cần dựa vào mốc tín hiệu phát lên của các thiết bị dẫn đường, dẫn hướng. Việc giám sát hoạt động bay của bộ phận kiểm soát không lưu không thể thực hiện bằng mắt thường mà cần tới sự hỗ trợ của các thiết bị radar. Liên lạc giữa kiểm soát viên không lưu dưới đất với phi công trên trời cần nhờ tới các trang thiết bị thông tin đất đối không (ví dụ như HF, VHF). Ngoài ra nhu cầu trao đổi thông tin giữa các bộ phận dưới đất liên quan tới quản lý không lưu cũng cần tới sự giúp đỡ của hạ tầng thông tin mặt đất.

Tuy nhiên, hạ tầng kỹ thuật phục vụ quản lý không lưu hiện nay đã bộc lộ nhiều mặt hạn chế. Khi lưu lượng bay đạt tới một ngưỡng nào đó, những hạn chế này sẽ là rào cản khiến hệ thống sẽ không đủ an toàn và hiệu quả để đáp ứng các yêu cầu của quản lý không lưu. Vào năm 1983, tổ chức hàng không dân dụng quốc tế ICAO (International Civil Aviation Organization) đã tiến hành nghiên cứu tìm giải pháp cho vấn đề này. Đây là một cơ quan của tổ chức liên hợp quốc, có trách nhiệm lập ra các nguyên tắc và kỹ thuật của dẫn đường hàng không quốc tế, tạo điều kiện đối với các kế hoạch và phát triển của nền không vận quốc tế để đảm bảo sự phát triển an toàn và hợp lệ. Sau thời gian nghiên cứu, ICAO nhận thấy rằng chỉ khi thay thế toàn bộ hạ tầng thông tin, dẫn đường, giám sát (Communication, Navigation, Surveillance - CNS) hiện tại bằng một hệ thống mới cùng với phương thức quản lý không lưu trên đó mới có khả năng khắc phục những hạn chế của hệ thống trên phương diện toàn cầu. ICAO cũng đồng thời đưa ra một mô hình CNS/ATM mới ứng dụng các công nghệ viễn thông hiện đại, trong đó nổi bật là liên kết dữ liệu và vệ tinh.

Hiện tại ICAO đã xây dựng tiêu chuẩn cho một số ứng dụng, bao gồm các ứng dụng đất đối không như Quản lý khung cảnh (Context Management - CM), Giám sát phụ thuộc tự động (Automatic Dependent Surveillance - ADS),

Thông tin liên kết dữ liệu giữa kiểm soát viên không lưu và phi công (Controller-Pilot Datalink Communications - CPDLC), và các ứng dụng mặt đất như Hệ thống trao đổi điện văn dịch vụ không lưu (Air Traffic Service Message Handling System - AMHS), Thông tin dữ liệu giữa các hệ thống dịch vụ không lưu (Air Traffic Service Inter-facility Data Communication - AIDC). Mọi hoạt động của ATM được diễn ra trên cơ sở hạ tầng CNS. Bản chất CNS là tập hợp các hệ thống thông tin, dẫn đường, giám sát. Thông tin (C-communication) có nhiệm vụ trao đổi, phân bố thông tin giữa các bộ phận mặt đất, tàu bay, kết nối các thành phần trong hệ thống với nhau và tới những nhà cung cấp, người dùng liên quan khác. Dẫn đường (N-Navigation) có chức năng xác định vị trí, tốc độ, hướng dịch chuyển của tàu bay, giúp tàu bay di chuyển đúng hướng. Giám sát (S-Serveillance) cung cấp cho các bộ phận quản lý thông lưu dưới mặt đất vị trí, hoạt động của các máy bay trên không. Hình 1 mô tả hệ thống CNS/ATM.



Hình 1.5. Mô hình hệ thống CNS/ATM

Ưu điểm lớn nhất của hệ thống CNS/ATM so với các hệ thống hàng không cũ là khả năng kết nối giữa các hệ thống. Phần lớn các hệ thống hàng không hiện đang hoạt động là những hệ thống rời rạc. Thông tin, dẫn đường, giám sát là các hệ thống hoạt động độc lập, không liên quan tới nhau.

Xét riêng hệ thống thông tin, thông tin đất đối không và thông tin mặt đất cũng là hai mảng khác độc lập, dựa trên các mạng và các thông tin độc lập. Chính vì không có sự kết nối giữa các hệ thống nên cơ sở hạ tầng các trang thiết bị rất lớn và công kênh, nhưng khả năng lại hạn chế bởi không có sự hỗ trợ lẫn nhau, việc nâng cấp cũng khó khăn và tốn kém. Hệ thống CNS/ATM yêu cầu các thành phần hệ thống phải tuân thủ theo một tiêu chuẩn chung thống nhất. Trên cơ sở đó tất cả các hệ thống đều có khả năng kết nối với nhau, mở rộng tầm hoạt động của hệ thống trên diện rộng toàn cầu. Bên cạnh đó, sự tương tác giữa các hệ thống cho phép phát triển khả năng tự động hoá ở nhiều mức, nâng cao hiệu quả quản lý không lưu và giảm tải lượng công việc của người sử dụng, đáp ứng được yêu cầu khi lưu lượng bay tăng cao.

Trong nước hiện tại hệ thống giám sát đã trở nên lạc hậu, cũ kĩ. Việc xây dựng hệ thống CNS/ATN là rất cần thiết. Quá trình xây dựng hệ thống này mới thực hiện được những bước đầu cơ bản.

### **Tình trạng phát triển hệ thống CNS/ATM ở trong nước.**

Hiện tại, mạng ATN chưa được triển khai tại Việt Nam, vì vậy hệ thống ADS/CPDLC của ATMS sẽ được thực hiện qua liên kết dữ liệu do ARINC cung cấp. Hệ thống đang trong quá trình thử nghiệm. Trong thời gian tới, Việt Nam sẽ tiếp tục đầu tư, cài đặt thêm các trạm liên kết dữ liệu VHF tại các tỉnh Hà Nội, Đà Nẵng, Quy Nhơn, TP. Hồ Chí Minh, và Cà Mau; thiết lập kết nối AIDC giữa ATMS với các trung tâm kế cận và kiểm soát không lưu Nội Bài; thiết lập kết nối ATN tới các nước Lào, Singapore, Hồng Kông, và Thái Lan theo khuyến cáo của ICAO; triển khai hệ thống AMHS.

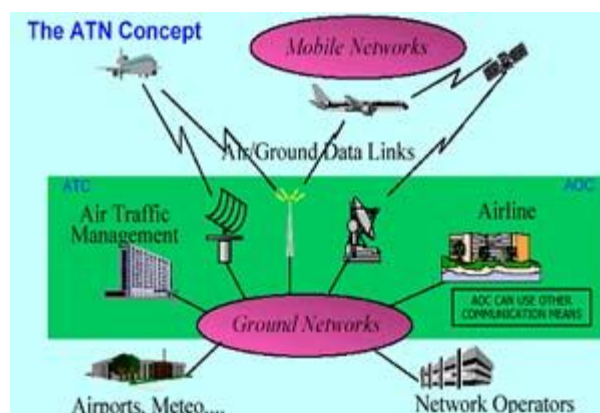
### **Đối với hàng không quân sự:**

Hệ thống CNS/ATM của ngành hàng không quân sự hầu hết vẫn sử dụng các thiết bị của Liên xô cũ, những thiết bị này đã quá lạc hậu và không thể giao tiếp được với các máy bay dân sự loại mới của Boeing và Airbus. Việc kiểm soát không lưu và kiểm soát tàu bè trên biển không có hệ thống nhận dạng chung. Trong điều kiện chiến tranh xảy ra, việc liên lạc giữa máy bay quân sự của ta với các đài radar phải sử dụng một kiểu mã hóa riêng để đảm bảo tính bí mật của thông tin liên lạc. Phân biệt được máy bay của ta và của địch.

## 1.2 Hệ thống mạng viễn thông hàng không

Hệ thống mạng viễn thông hàng không ATN là mạng chuyên dụng trong ngành hàng không, kết nối tất cả các bộ phận liên quan tới quản lý không lưu dưới mặt đất và tàu bay hoạt động trên trời. Phần thông tin mặt đất của ATN có thể là các mạng X25, ISDN, Frame Relay...

Phần thông tin đất đối không có thể là các trạm thu phát sóng HF, VHF, vệ tinh... Ứng dụng thông tin vệ tinh trong ATN giúp ATN đảm bảo tính bao phủ toàn cầu. Hiện nay, Inmarsat là mạng vệ tinh địa tĩnh được dùng trong thông tin hàng không, và tiến tới sẽ là một phân hạ tầng của ATN.



Hình 1.6. Mạng ATN

Mạng ATN được tổ chức theo mô hình tham chiếu cho việc kết nối các hệ thống mở OSI và sử dụng giao thức CLNP (connectionless network protocol). Mạng ATN có khả năng chuyển hệ thống AFTN đã tồn tại vào hệ thống ATN, cung cấp các đơn vị dịch vụ không vận cũng như các chỉ thị điều khiển máy bay trong không trung. Với những băng tần thấp, mạng ATN phải sử dụng kỹ thuật nén dữ liệu. Với mạng ATN chuẩn có nhiều kiểu nén. Việc nén trên một đơn vị dữ liệu được truyền đòi hỏi phải điều hoà và xác định khi máy bay tham ra vào phạm vi của mạng.

Mạng ATN cung cấp cơ sở cho việc dẫn đường thuận lợi dựa trên dữ liệu, cung cấp việc truyền thông dữ liệu mang thông tin về người tổ chức cũng như người sử dụng.



Mạng ATN bao gồm 4 thành phần chính :

- Thứ nhất là khả năng truyền dữ liệu tới một máy bay mà không cần thiết bị truyền nhận biết vị trí của máy bay.
- Thứ hai là khả năng thực hiện đồng thời các đa liên kết đất/không đã được thiết lập trên máy bay.
- Thứ ba là khả năng tính toán với băng thông liên kết dữ liệu đất/không thấp sẵn sàng sử dụng bây giờ và trong tương lai. Liên kết đất/không băng tần thấp đòi hỏi dữ liệu phải được nén.
- Thứ tư là sự chuẩn hoá các dịch vụ được yêu cầu bởi ứng dụng ATS.

### **1.3. Hệ thống dịch vụ không vận**

Hệ thống cung cấp dịch vụ không vận (Air Traffic Service – ATS ) sẽ cung cấp các dịch vụ nhằm mục đích ngăn chặn va chạm giữa các máy bay, tránh việc tắc nghẽn mạng hàng không, giải quyết và duy trì trật tự đường bay, cung cấp những lời khuyên và thông tin hữu dụng cho việc an toàn bay và sự quản lý hiệu quả bay, cuối cùng là thông báo cho các tổ chức quản lý trong việc tìm kiếm và cứu hộ.

Dịch vụ không vận bao gồm ba loại dịch vụ

- Dịch vụ điều khiển không vận: Dịch vụ này chịu trách nhiệm đảm bảo tránh va chạm giữa các máy bay, tránh việc tắc nghẽn mạng không vận và đảm bảo việc duy trì, giải quyết trật tự đường bay. Dịch vụ này bao gồm ba loại điều khiển
  - Dịch vụ điều khiển không gian bay
  - Dịch vụ điều khiển tiếp cận
  - Dịch vụ điều khiển sân bay
- Dịch vụ thông tin chuyến bay: Dịch vụ này cung cấp đầy đủ các thông tin về chuyến bay, ví dụ như tên máy bay, loại máy bay, địa điểm bay.....
- Dịch vụ cảnh báo: cung cấp đầy đủ thông tin cảnh báo, tình trạng máy bay, lỗi truyền thông tin...

### 1.3.1. Dịch vụ cảnh báo và thông tin chuyến bay

Dịch vụ này cung cấp đầy đủ thông tin cảnh báo cũng như thông tin có liên quan đến chuyến bay. Các thông tin này được trao đổi qua đơn vị ATS (Air Traffic Service). Việc trao đổi thông tin có thể từ một máy bay về trạm mặt đất hoặc cũng có thể là giữa các máy bay. Việc truyền thông tin chuyến bay có thể theo một chu kỳ nhất định hoặc sẽ truyền bất kỳ tại thời điểm nào nếu được một đơn vị ATS khác yêu cầu.

Các dịch vụ thông tin cảnh báo và chuyến bay chuẩn.

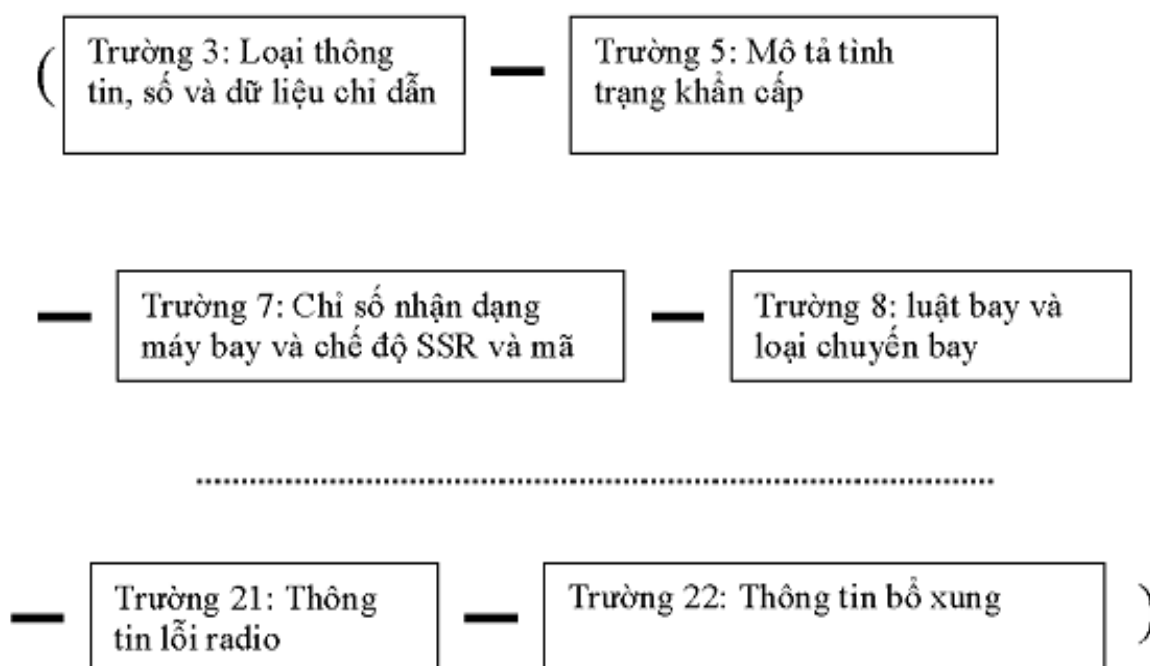
Mức độ thông tin	Loại thông tin	Mã hoá
Khẩn cấp	Cảnh báo	ALR
	Truyền thông lỗi	RCF
Kế hoạch bay và cập nhật liên kết	Kế hoạch bay	FPL
	Chỉnh sửa	CHG
	Hủy thông tin	CNL
	Trễ	DLA
	Nơi cất cánh	DEP
	Nơi đến	ARR
	Kế hoạch bay hiện tại	CPL
Toạ độ	Sự ước lượng	EST
	Toạ độ	CDN
	Sự chấp nhận	ACP
	Sự công bố logic	LAM
	Yêu cầu kế hoạch bay	RQP
Thông tin bổ xung	Yêu cầu lịch bay bổ xung	RQS
	Lịch bay bổ xung	SPL

*Bảng 1. Dịch vụ thông tin cảnh báo và chuyến bay chuẩn*

### 1.3.2. Định dạng cấu trúc trường của gói thông tin và nội dung dữ liệu

Gói thông tin về các dịch vụ cảnh báo và thông tin bay được định dạng theo cấu trúc trường. Các trường có thể chứa một thông tin duy nhất cũng có thể chứa một nhóm thông tin. Mở đầu cho một gói thông tin là ký tự mở ngoặc “(”, kết thúc gói thông tin là ký tự đóng ngoặc “)”. Các trường được liên kết với nhau bằng ký tự dấu trừ “-“. Các thành phần trong mỗi trường được phân cách bằng ký tự gạch chéo “/” hoặc bằng dấu cách “space”.

Trong gói thông tin ATS không nhất thiết phải có mặt tất cả các trường. Số lượng trường, loại trường mà gói thông tin bao gồm phụ thuộc vào loại thông tin. Dạng cấu trúc trường của gói thông tin như sau:



Hình 1.7. Cấu trúc trường của gói thông tin

Các trường chuẩn của một gói thông tin được cho trong bảng sau.

Trường	Dữ liệu
3	Loại thông tin, số và dữ liệu chỉ dẫn
5	Mô tả tình trạng khẩn cấp
7	Sự phát hiện máy bay và chế độ SSR và mã
8	Luật lệ bay và loại chuyển bay
9	Số, loại máy bay và trọng lượng
10	Thiết bị
13	Giờ và sân bay cất cánh
14	Dữ liệu ước lượng
15	Lộ trình chuyển bay
16	Đích đến, tổng thời gian bay và các sân bay luân chuyển
17	Thời gian và sân bay đến
18	Thông tin khác
19	Thông tin bổ xung
20	Cảnh báo tìm kiếm và thông tin cứu hộ
21	Thông báo lỗi radio
22	Sự bổ xung

*Bảng 2. Các trường chuẩn của một gói thông tin*

## **2. HỆ THỐNG RADAR GIÁM SÁT KHÔNG VẠN**

### **2.1. Tổng quan về hệ thống radar**

Hệ định vị vô tuyến (radar) là tên gọi của một lĩnh vực vô tuyến, mà lĩnh vực này sử dụng sự phản xạ, bức xạ qua lại, hoặc sự bức xạ riêng của sóng điện từ để phát hiện các mục tiêu khác nhau, thậm chí còn để đo tọa độ và tham số chuyển động của các mục tiêu đó. Hệ thống định vị vô tuyến được ứng dụng trong lĩnh vực điện tử hàng không rất phổ biến. Nó được sử dụng để giám sát, dẫn đường, thăm dò các chuyến bay.

Hệ thống radar dùng được chia ra làm 3 loại : hệ thống radar sơ cấp (Primary Radar), hệ thống radar thứ cấp (Secondary Radar), hệ thống vệ tinh cơ sở. Hệ thống radar sơ cấp dựa trên cơ sở trong thực tế là đối tượng sẽ phản xạ lại sóng radio. Hệ thống radar sơ cấp sẽ phát sóng RF với công suất lớn và phát hiện máy bay bằng tín hiệu phản xạ về khi nó gặp mục tiêu. Hệ thống radar thứ cấp (Secondary Radar) là sự kết nối của radar với một hệ thống truyền thông. Khác với hệ thống radar sơ cấp, hệ thống radar thứ cấp không sử dụng tín hiệu phản xạ thụ động từ mục tiêu, nó sử dụng một bộ phát đáp tích cực đã được đặt trên máy bay. Hệ thống giám sát phụ thuộc tự động quảng bá (ADS-B) là một hệ thống mới dựa trên công nghệ cơ sở vệ tinh, nó cho phép vệ tinh có thể quảng bá các thông tin như độ cao, chỉ số nhận dạng, tọa độ...

### **2.2. Hệ thống radar giám sát sơ cấp (Primary Surveillance Radar – PSR)**

Nguyên tắc cơ bản trong thực tế của sóng radio là sự phản xạ khi gặp đối tượng, vì vậy đặc tính của hệ radar sơ cấp bao gồm công suất bộ truyền và anten định hướng. Nếu năng lượng của vi sóng được truyền trong xung ngắn thì nó có thể đo thời gian giữa việc truyền và nhận. Khi sóng điện từ có tốc độ cố định, thời gian từ khi truyền đến khi nhận sẽ tỷ lệ với khoảng cách tín hiệu đi được từ đó tính được khoảng cách từ đối tượng đến bộ phát. Bất kì hệ thống radar sơ cấp nào cũng có những bất lợi. Một trong những nhược điểm là hệ thống có thể nhận bất kì tín hiệu phản xạ nào (mưa, đất, cây cối...) do đó hệ thống khó phân biệt được chính xác tín hiệu phản xạ của máy bay. Hệ thống này cũng không đủ chính xác để phân biệt một máy bay này với một máy bay khác, cũng như là độ cao chính xác của máy bay. Mặt khác hệ thống này cũng đòi hỏi một công suất phát tương đối lớn nhưng lại giám sát trong một phạm vi hẹp.

Khoảng cách từ đối tượng đến trạm phát sẽ được tính như sau:

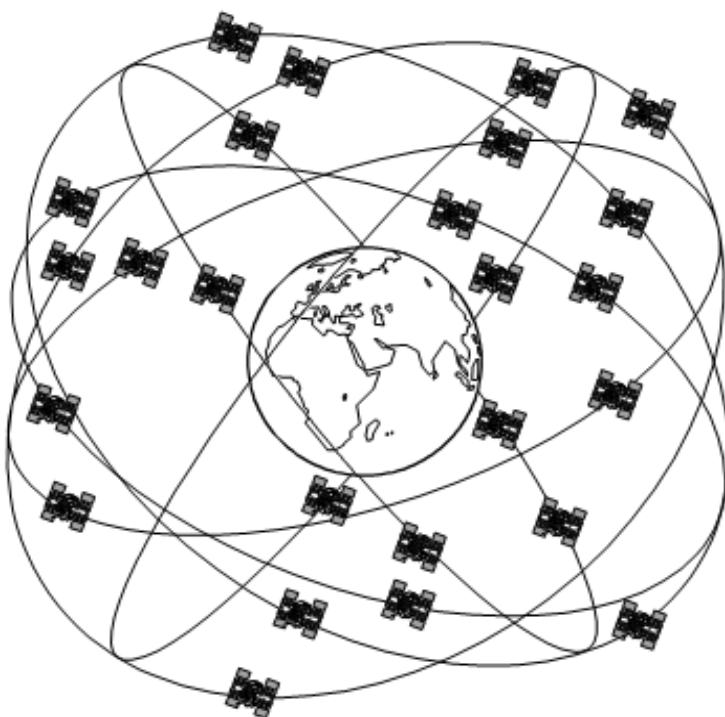
$$D = \frac{c \cdot t_z}{2}$$

trong đó:  $t_z$  là thời gian trễ của tín hiệu ,  
 $c$  là vận tốc truyền sóng

Công suất truyền của hệ thống sẽ là  $P_{prs} \sim \frac{1}{R^4}$

### 2.3. Hệ thống giám sát phụ thuộc tự động (ADS-B)

Hệ thống giám sát phụ thuộc tự động ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast) là một hệ thống dựa trên công nghệ vệ tinh cơ sở, nó cho phép máy bay có thể quảng bá thông tin như là chỉ số nhận dạng, vị trí và độ cao. Các thông tin này có thể được nhận và xử lý bởi một máy bay khác hoặc các hệ thống mặt đất cho việc xác định vị trí thuận lợi và tránh va chạm. Hệ thống ADS-B bao gồm một hệ thống định vị toàn cầu (GPS), cho phép một ADS-B được trang bị cho máy bay để xác định vị trí của mình.



Hình 1.8. Hệ thống định vị GPS

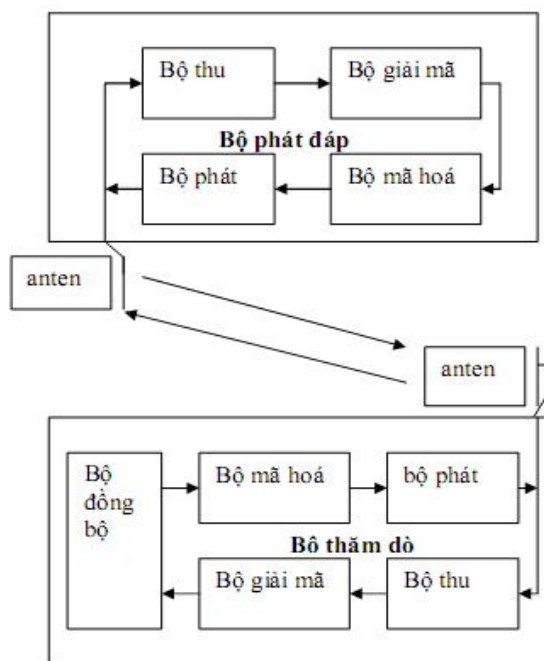
Sử dụng thiết bị thu GPS sẽ giám sát máy bay đơn giản hơn. Với hệ thống này sẽ không cần những chiếc anten định hướng cao và thông tin khoảng thời gian chính xác. Mỗi ADS-B được trang bị cho máy bay sẽ quảng bá vị trí của nó với dữ liệu cần thiết khác, bao gồm cả tốc độ máy bay và hướng bay. Hệ thống này sẽ cung cấp một cách chính xác về bức tranh giao thông hàng không với chỉ một radar duy nhất. Hơn nữa, một hệ thống ADS-B còn làm giảm khả năng xảy ra tắc nghẽn.

Dù hệ thống ADS-B sẽ đảm bảo được việc giám sát không vận sẽ chính xác hơn, nhưng hiện tại nó vẫn chưa được coi là một hệ thống độc lập. Bởi vì hệ thống ADS-B phụ thuộc vào tín hiệu định vị GPS.

Để thu được đầy đủ lợi ích của ADS-B, hệ thống phải được thực hiện trên tất cả máy bay. Nếu một máy bay được trang bị ADS-B nhưng chiếc khác lại không được trang bị, thì cả hai máy bay sẽ đều trở nên mù đối với nhau, vì vậy sự trang bị rộng ADS-B cần được yêu cầu trước việc giám sát không vận tối đa. Tuy nhiên việc trang bị đầy đủ ADS-B còn phụ thuộc vào phạm vi chính trị, thứ nhất bởi vì nó sử dụng tần số 1090 Mhz để truyền có thể gây can nhiễu với hệ thống ATC và TCAS. Thứ hai giá của ADS-B khá cao vì vậy mà hầu hết các hãng hàng không dân dụng ngày nay chưa sử dụng.

#### **2.4. Hệ thống radar thăm dò thứ cấp (Secondary Surveillance Radar – SSR)**

Hệ thống radar thăm dò thứ cấp (SSR) là một hệ thống định vị radio thực hiện việc đo thời gian mà một sóng điện từ đi tới máy bay mục tiêu và quay trở lại radar, nhưng thay cho việc sử dụng một tín hiệu thụ động phản xạ từ mục tiêu, nó sử dụng một bộ phát đáp tích cực được đặt trên máy bay. Ngoài bộ phát đáp, hệ thống này còn bao gồm một trạm mặt đất, thiết bị thăm dò, và giao thức để tổ chức truyền thông. Hệ thống SSR được thiết kế sao cho trạm mặt đất có thể điều khiển một không gian bay có bán kính tối đa là 200 dặm, và có độ cao là 15km phía trên tầm nhìn radar. Việc sử dụng những mã đặc biệt, các thông tin xác định không chỉ làm cho hệ thống có khả năng phân biệt giữa các máy bay mà còn dễ dàng trong việc truyền dữ liệu như độ cao và số hiệu của máy bay.



Hình 1.9. Sơ đồ hệ thống giám sát thứ cấp

So sánh hệ thống radar thăm dò thứ cấp với hệ thống radar sơ cấp thì hệ thống thứ cấp có nhiều ưu điểm hơn. Hệ thống thứ cấp cung cấp một đường liên kết dữ liệu có khả năng mang lại những dải rộng với công suất phát thấp.

$$P_{ssr} \sim \frac{1}{R^2}$$

Công suất phát của hệ SSR

$$P_{psr} \sim \frac{1}{R^4}$$

Công suất phát của hệ PSR

Mặt khác do tần số phát của phát và nhận không giống nhau vì vậy hệ thống sẽ tránh được hiện tượng ảnh hưởng lẫn nhau. Hầu như hệ thống không chịu ảnh hưởng bởi thời tiết và tránh được các tín hiệu mong muốn, không chịu sự phản xạ từ mưa, tuyết, cây cối...

Trong những năm gần đây, hệ thống radar thăm dò thứ cấp được sử dụng rộng rãi trong việc xác định và theo dõi vị trí máy bay. Khi được sử dụng với chế độ mode C đất-không cung cấp dữ liệu thông báo độ cao của máy bay. Với việc sử dụng xung đơn và anten thăm dò có độ mở đứng lớn (LVA), hầu hết các vấn đề công nghệ thường là đặc điểm của hệ thống gốc đều được làm giảm bớt.



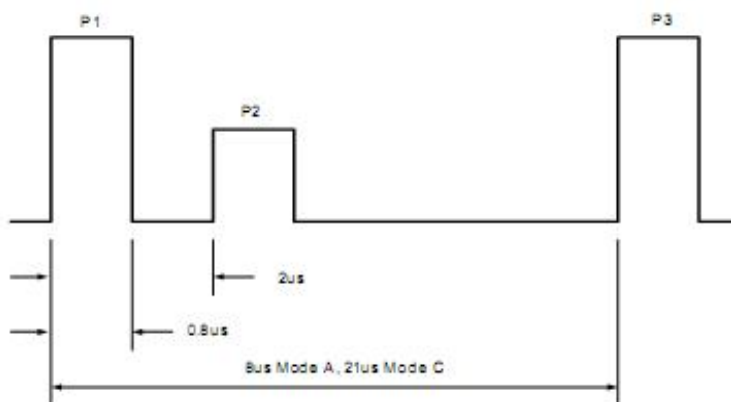


Hình 1.10. Anten có độ mở lớn (LVA)

Hệ thống radar giám sát thứ cấp bao gồm hai chế độ hỏi chính. Đó là chế độ thăm dò mode-A/C và chế độ thăm dò mode-S.

#### 2.4.1. Tín hiệu thăm dò chế độ mode-A/C.

Thiết bị truyền gửi tín hiệu thăm dò tới máy bay sử dụng tần số 1030 MHz. Tín hiệu bao gồm 3 xung : P1, P2 và P3. Độ rộng mỗi xung là 0.8 $\mu$ s. Hai xung chính P1 và P3 được truyền thông qua tín hiệu hỏi, khoảng cách giữa 2 xung sẽ xác định dữ liệu bao gồm trong tín hiệu trả lời của bộ phát đáp. Xung P2 là được phát ra từ xung điều khiển triệt tiêu thùy bên SLS (Side-Lobe Suppression), khoảng cách giữa 2 sườn lên của P1 và P2 là 2 $\mu$ s.



Hình 11 : Tín hiệu SSR

Xung P2 là xung điều khiển SLS và được máy bay sử dụng để xác định xem có hay không một tín hiệu trả lời được yêu cầu. Bộ phát đáp sẽ so sánh biên độ của xung P1 và P2. Nếu xung P2 có biên độ lớn hơn xung P1, bộ phát đáp có thể xác định có hoặc không tín hiệu thăm dò.

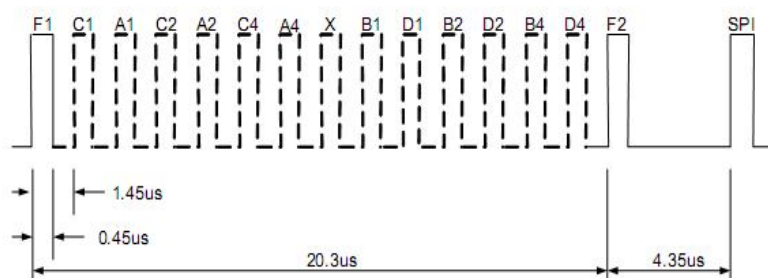
Nhưng đã nói ở trên, khoảng cách giữa P1 và P3 sẽ xác định nội dung dữ liệu đáp ứng của bộ phát đáp. Những loại khác nhau của tín hiệu trả lời được gọi là các chế độ (mode).

Bảng dưới liệt kê các chế độ, thông thường mode A, C được dùng trong hàng không dân dụng

Chế độ		Khoảng cách xung P1-P3 ( $\mu\text{s}$ )	Mô tả
Quân sự	Dân sự		
1		3 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	<u>Xác định Quân sự</u> Trong quân sự chế độ 1 được sử dụng để hỗ trợ 32 mã chỉ số xác định quân sự (mặc dù 4096 mã đã được sử dụng). Thông thường, 31 mã được sử dụng để xác định vai trò/ nhiệm vụ. Tuy nhiên, mã này ít sử dụng trong thời bình.
2		5 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	<u>Dùng trong quân sự</u> Chế độ 2 cung cấp 4096 mã ID cho quân sự. Thường sử dụng để xác định máy bay cá nhân
3	A	8 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	<u>Dùng trong quân sự và dân sự</u> Cung cấp 4096 mã ID cho dân sự/quân sự. Chế độ này thường được sử dụng
	B	17 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	Không sử dụng
	C	21 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	<u>Dân sự, đưa ra độ cao</u> Chế độ C được sử dụng để đưa ra độ cao máy bay.
	D	25 ( $\pm 0.2$ ) $\mu\text{s}$	Không được sử dụng

Bảng 3 : các chế độ, thông thường mode A, C

Độ rộng mỗi xung trong tín hiệu trả lời là 0.45us, khoảng cách giữa 2 xung là 1us. Xung SPI cách biệt là 3,9us. Xung SPI (Special Purpose Identification) được sử dụng để khẳng định chắc chắn chỉ số của máy bay. Định dạng trả lời được điều chế vị trí xung PPM (Pulse Position Modulation). Hình dưới đây sẽ chỉ ra định dạng tín hiệu trả lời cho chế độ mode-A/C.



Hình 1.12. Định dạng tín hiệu trả lời mode-A/C

Vị trí của các xung như sau:

Xung	vị trí (us)
C1	1.45
A1	2.90
C2	4.35
A2	5.80
C4	7.25
A4	8.70
X	10.15
B1	11.60
D1	13.05
B2	14.50
D2	15.95
B4	17.40
D4	18.85

Bảng 4 : Vị trí của các xung

Chế độ thăm dò chính là chế độ 3/A, sử dụng thăm dò máy bay. Tín hiệu trả lời sử dụng 4096 trật tự để gửi chỉ số của máy bay được định dạng theo giá trị hệ tám, theo thứ tự ABCD. Mã ID của máy bay được gọi là mã squawk, được gán cho máy bay bởi người điều khiển không vận khi lịch bay của máy bay được điền đầy đủ. Một mã được gán cho một máy bay, phi công có thể nhập mã đó vào bộ phát đáp thông qua quay số hoặc bàn phím. Mã này bao gồm một số từ 0-7 và được mã bằng tổng các chỉ số của các nhóm xung.

thứ tự	Nhóm xung
1	A
2	B
3	C
4	D

Ví dụ: mã 3615 bao gồm các xung thông tin A1, A2 (1+2=3), B2, B4 (2+4=6), C1 (1=1), D1, D4 (1+4=5).

Một số mã đặc biệt: 7700 dùng cho báo hiệu khẩn cấp, 7600 cho lỗi radio, 7500 cho không tặc.

SSR cung cấp một giá trị rất lớn tới ATC. Tuy nhiên, nó cũng có những sai sót. Có 2 nguồn gây lỗi: ảnh hưởng của nhiễu qua lại và hiện tượng đa đường. Với việc sử dụng SSR ngày càng tăng, số trạm mặt đất và thiết bị máy bay là tăng lên, kết quả là nhiễu lẫn nhau cũng tăng lên. Một vấn đề khác là hiện tượng gây khúc (garbling), do sự lẫn lộn nhau của tín hiệu trả lời.

#### 2.4.2. Bộ phát đáp chế độ S.

Chế độ mode-S sẽ sử dụng tín hiệu thăm dò lựa chọn (S có nghĩa là lựa chọn –select). Mỗi máy bay sẽ có một địa chỉ riêng biệt được quy định bởi tổ chức điều khiển chúng. Chế độ S cũng tăng khả năng sự ổn định của dữ liệu nhờ có các bit sửa lỗi chẵn lẻ và mã hoá dữ liệu độ cao tăng trong 25-ft một (bây giờ lên tới 100-ft một). Chế độ mode-S cung cấp đến hai khả năng truyền thông, một là đặc điểm riêng biệt của chế độ liên kết mode-S, một là sự kết hợp với mạng truyền thông hàng không (ATN).

Một đặc điểm mới của bộ phát đáp chế độ S là mỗi máy bay được gán một mã địa chỉ duy nhất. Điều này được chỉ ra như là một sự truyền SQUITTER và xuất hiện khoảng dừng mỗi giây. một thiết bị điều khiển máy bay ATC hoặc một thiết bị chế độ S khác có thể sử dụng địa chỉ này để thăm dò hay truyền thông. Mode S sử dụng 24 bit địa chỉ, vì vậy sẽ đánh được 16,777,214 địa chỉ, và được qui định bởi tổ chức ICAO. Địa chỉ này là duy nhất cho mỗi máy bay, nó chỉ được gán lại cho một máy bay khác khi mà địa chỉ đó đã được giải phóng khỏi máy bay trước đó.

Các khu vực sẽ được mã với các mã khác nhau ví dụ như:

China	0 1 1 1 1 0 - - - - -
Colombia	0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 - - - - -
Comoros	0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 - - - - -
Venezuela	0 0 0 0 1 1 0 1 1 - - - - -
Viet Nam	1 0 0 0 1 0 0 0 1 - - - - -

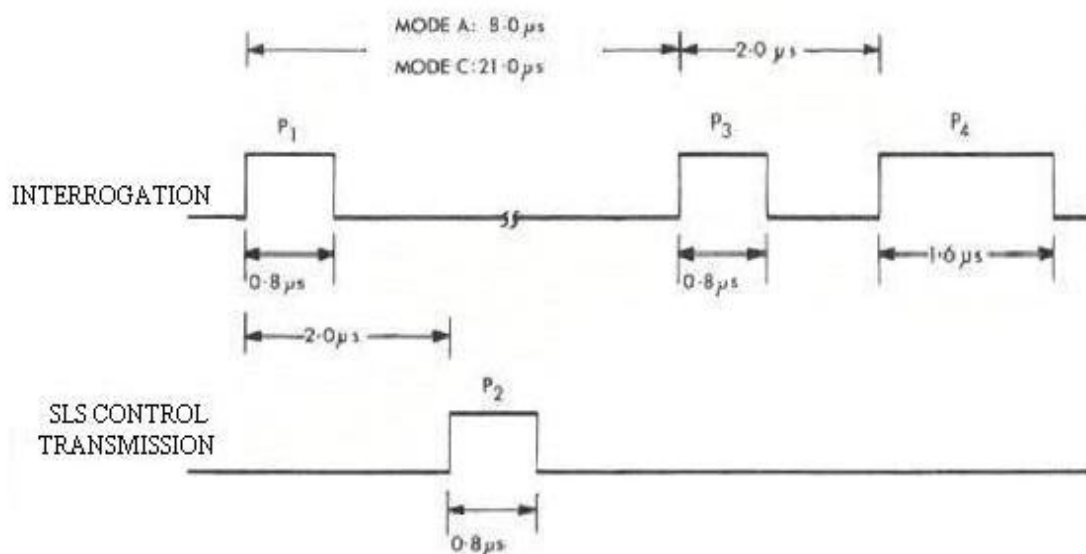
Trong hệ thống chế độ mode-S, tín hiệu thăm dò máy bay được thông qua thiết bị giám sát ATC (Air Traffic Controller) với hai loại chu kỳ thăm dò là gọi tất cả (all-call) và gọi liên chế độ (intermode). Sự thăm dò tất cả (all – call) xác định hai dạng hỏi, một là chế độ A/C chỉ hỏi (mode-A/mode-C only call) thì chỉ có bộ phát đáp SSR chuẩn mới trả lời còn bộ phát đáp chế độ S thì bỏ qua. Dạng khác là tín hiệu thăm dò chế độ mode-A/C/S thì bộ phát đáp chế độ S cũng sẽ trả lời bao gồm địa chỉ riêng của nó đã được định sẵn trên máy bay bởi ATC.

Với hệ thống SSR, chế độ S (mode-S) luôn bao gồm 4 xung chính. Một tín hiệu thăm dò chế độ A (mode-A) có xung P1 cách xung P3 là 8us sẽ yêu cầu bộ phát đáp trả lời cho việc giám sát và xác định, trong khi đó một tín hiệu thăm dò chế độ C (mode-C) với khoảng cách hai xung P1 và P3 là 21us lại yêu cầu một thông báo về độ cao. Hai dạng của tín hiệu thăm dò liên chế độ được cung cấp là chế độ A/C/S gọi tất cả (Mode A/C/S all-call). Mục đích của tín hiệu thăm dò này là trả lời cho sự giám sát của bộ phát đáp chế độ A/C và sự thu nhận của bộ phát đáp chế độ S. Dạng thứ hai là chế độ mode A/C gọi tất cả (mode-A/C all-call) sẽ không cho phép bộ phát đáp chế độ S trả lời.

Như vậy có ba dạng tín hiệu thăm dò trong chế độ S

- a) Chế độ chỉ Mode-S gọi tất cả (mode-S-only all-call), được sử dụng thu các tín hiệu từ bộ phát đáp chế độ S
- b) Chế độ quảng bá được sử dụng truyền thông tin tới tất cả các bộ phát đáp chế độ S nhưng không có tín hiệu trả lời
- c) Tín hiệu thăm dò lựa chọn để giám sát và truyền thông với bộ phát đáp chế độ S xác định

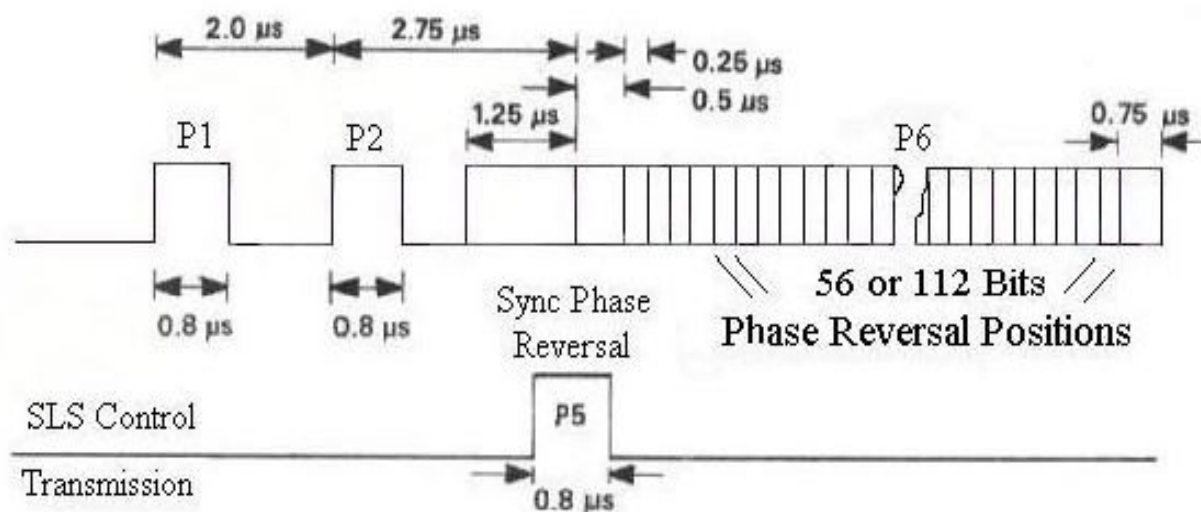
Trong trường hợp thăm dò lựa chọn, chỉ có bộ phát đáp có địa chỉ được xác định mới trả lời. Các bộ phát đáp chế độ A/C sẽ bị cấm đối với tín hiệu thăm dò chế độ mode-S và không trả lời. Trong trường hợp thăm dò với chế độ mode-A/C, đường điều khiển SLS ( Side-Lode Suppression) xung P2 theo sau xung P1 là 2us với mọi chế độ thăm dò.



Hình 1.13. Định dạng tín hiệu thăm dò chế độ 3/A, C, S.

Trong trường hợp thăm dò liên chế độ mode S, một nhóm 4 xung được truyền, 3 xung đầu tiên xác định chế độ A hay C. Độ rộng xung thứ tư chỉ ra rằng bộ phát đáp chế độ S có được phép trả lời hay không. Đối với tín hiệu thăm dò chỉ chế độ A/C gọi tất (mode-A/C-only all-call) bộ phát đáp chế độ S ( mode-S) là không trả lời. Tất cả các xung thăm dò đều có độ rộng xung là 0,8us. Khi thăm dò với chế độ A/C/S all-call thì xung P4 có độ rộng là 1,6us.

Hình dưới chỉ ra định dạng cuộc gọi thăm dò lựa chọn đạng được sử dụng rộng rãi. Định dạng bao gồm xung P1 và P2 trong đó P2 theo sau xung P1 một khoảng 2us. Theo sau xung P2 là xung P6 có độ rộng xung hoặc là 16.25 hoặc 30.25us, bao gồm 56bits hoặc 112bits dữ liệu với một xung đồng bộ.



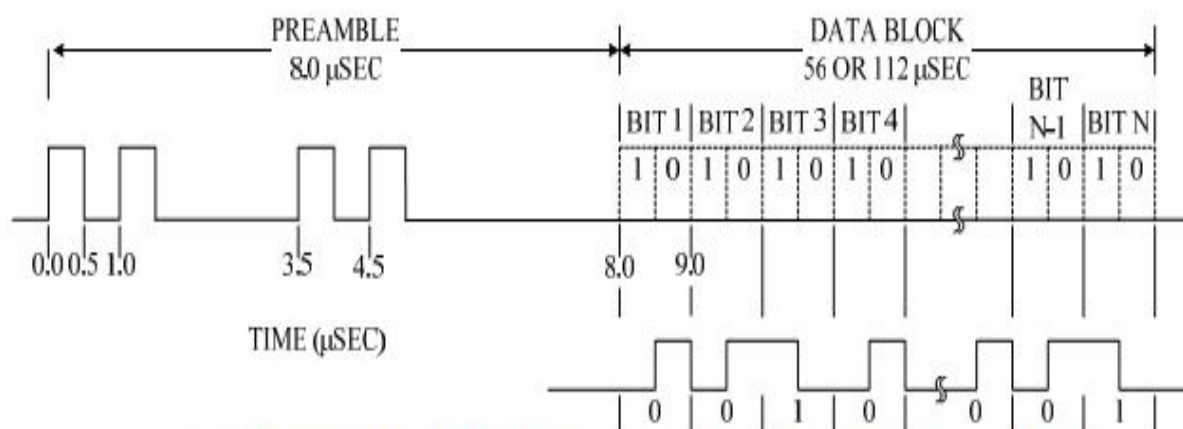
Hình 1.14. Tín hiệu thăm dò chế độ S.

Xung P6 mang dữ liệu được điều chế pha. Đầu tiên là đảo pha tại một vị trí sau đó là một chuỗi bit (chip) mang thông tin. Nếu xung P6 gồm 56 bit sẽ được gọi là định dạng ngắn, 112 bit sẽ được gọi là định dạng dài. Dữ liệu trong xung P6 được điều chế với Khoá dịch pha vi sai (**Differential Phase Shift Keying-DPSK**) trong định dạng luồng lên. Tất cả chuỗi thông tin trong xung P6 đều được mã hoá đảo pha  $180^0$  theo tần số sóng mang. Một sự đảo pha  $180^0$  tại vị trí 1,25us sau sườn lên của xung P6, sự đảo pha này là luôn luôn được đưa ra và được sử dụng cho mục đích đồng bộ mã. Sau khoảng thời gian trễ 0.5us từ sự đảo pha đồng bộ là chuỗi vị trí khoảng trống với độ rộng 0.25us có thể đảo pha hoặc không đảo pha phụ thuộc vào mã được truyền. Bit mang thông tin cuối cùng sẽ cách sườn xuống xung P6 0.75us.

Xung triệt tiêu thùy bên (**Side-Lobe Suppression**) P5 được truyền giống như xung P2 trong chế độ mode-A/C. Nếu xung P5 có công suất lớn hơn xung P6 thì tín hiệu đảo pha đồng bộ sẽ bị át đi, như vậy hệ thống chế độ mode-S sẽ không thể đọc được chuỗi thông tin theo sau.



Tín hiệu trả lời được công nhận bởi việc phát hiện xung ASK và được truyền với tần số 1090MHz. Theo sau 4 xung đầu là một khối xung điều chế vị trí bao gồm hoặc 56 bits hoặc 112bits, với 24 bits cuối dùng kết nối chẵn lẻ và trường địa chỉ. Định dạng luồng xuống được điều chế theo vị trí xung PPM. Mỗi bits dữ liệu tồn tại trong 1us, nhưng mỗi vị trí có 2 xung 0.5us, một cao và một thấp. Dạng này của mã rất bền với nhiễu vì vậy giảm số tín hiệu trả lời cần cho chế độ S để điều khiển an toàn.



Example: Reply Data Block Waveform Corresponding to bit sequence 0010...001

Hình 1.15. Định dạng trả lời chế độ S

Bốn xung đầu tiên được gọi là các xung mào, các xung này có độ rộng xung là 0.5us. Trong mỗi cặp xung đầu tiên và cặp xung sau các xung đều cách nhau 0.5us. Xung đầu tiên cách xung thứ 3 là 3.5us. Các xung này được dùng làm đồng bộ. Bản tin sẽ theo sau xung thứ nhất là 8us.



## I. GIỚI THIỆU VỀ CÔNG NGHỆ FPGA

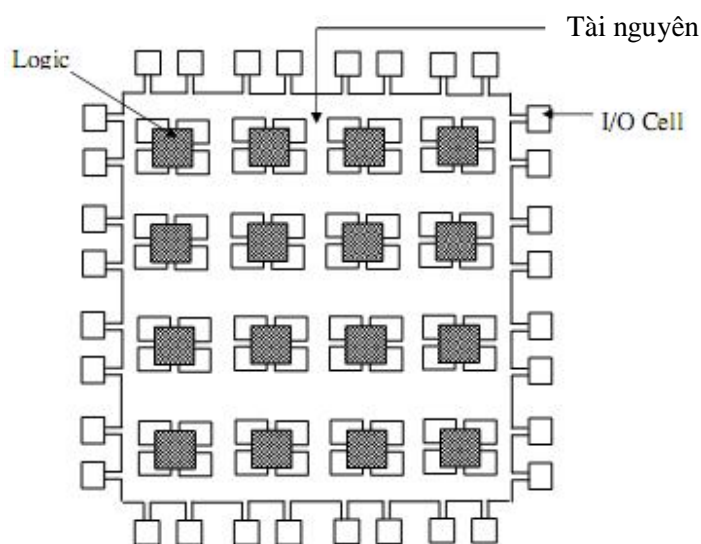
### 1. FPGA là gì?

FPGA (Field-Programmable Gate Array) được công ty Xilinx giới thiệu đầu tiên vào năm 1985. Hiện nay FPGA đã được nhiều công ty phát triển như : AcTel, Altera, Plus Logic, AMD,...

FPGA gồm một dãy các phần tử rời rạc có thể được kết nối với nhau theo một cách chung, các kết nối giữa các phần tử có thể lập trình được. Hình 2.1. giới thiệu về mô hình tổng quát của một FPGA.

Trong đó có các khối:

- Các khối logic (logic block): cấu trúc và nội dung của khối được gọi là kiến trúc của nó. Kiến trúc của khối logic có thể được thiết kế theo nhiều cách khác nhau. Một số khối logic có thể chỉ là các cổng NAND 2 đầu vào, tuy nhiên cũng có thể nó là một bộ dồn kênh (multiplexer). Trong một số loại FPGA các khối logic có thể có cấu trúc hoàn toàn giống như PAL. Hầu hết các khối logic chứa một số loại flip-flop để hỗ trợ cho việc thực hiện các mạch tuần tự.
- Các nguồn tài nguyên kết nối: cấu trúc và nội dung của các nguồn kết nối trong FPGA được gọi là kiến trúc routing (routing architecture). Kiến trúc routing gồm các đoạn dây nối và các chuyển mạch lập trình được. Các chuyển mạch lập trình được có thể có nhiều cấu tạo khác nhau. Giống như khối logic, có nhiều cách để thiết kế kiến trúc routing.



Hình 1.1. Mô tả mô hình lý thuyết của một FPGA

## 2. Ứng dụng của FPGA

FPGA có thể sử dụng trong hầu hết các ứng dụng hiện đang dùng MPGA, PLD và các mạch tích hợp nhỏ.

1. Các mạch tích hợp ứng dụng đặc biệt: FPGA là một phương tiện tổng quát nhất để thực hiện các mạch logic số. Chúng đặc biệt thích hợp cho việc thực hiện các ASIC.
2. Thiết kế mạch ngẫu nhiên: mạch logic ngẫu nhiên thường được thực hiện bằng PAL. Nếu tốc độ của mạch không đòi hỏi khắt khe thì mạch có thể thực hiện thay thế bằng FPGA.
3. Thay thế các chip tích hợp nhỏ cho mạch ngẫu nhiên: các mạch hiện tại trong các sản phẩm thương mại thường chứa nhiều chip SSI. Trong nhiều trường hợp các chip SSI này có thể được thay thế bằng FPGA và kết quả là giảm diện tích của bo mạch đi đáng kể.
4. Chế tạo mẫu: FPGA rất lý tưởng cho các ứng dụng tạo sản phẩm mẫu. Giá thành thực hiện thấp, thời gian ngắn chính là ưu điểm rất lớn của FPGA.
5. Máy tính dựa trên FPGA: một loại máy tính mới có thể được chế tạo với các FPGA có thể tái lập trình ngay trên mạch FPGA. Các máy này có một bo mạch chứa các FPGA với các chân nối với các chip lân cận giống như thông thường.
6. Tái cấu hình phần cứng trực tuyến: FPGA cho phép có thể thay đổi theo ý muốn cấu trúc của một máy đang hoạt động. Ứng dụng thích hợp nhất là những FPGA có chuyên mạch lập trình được.

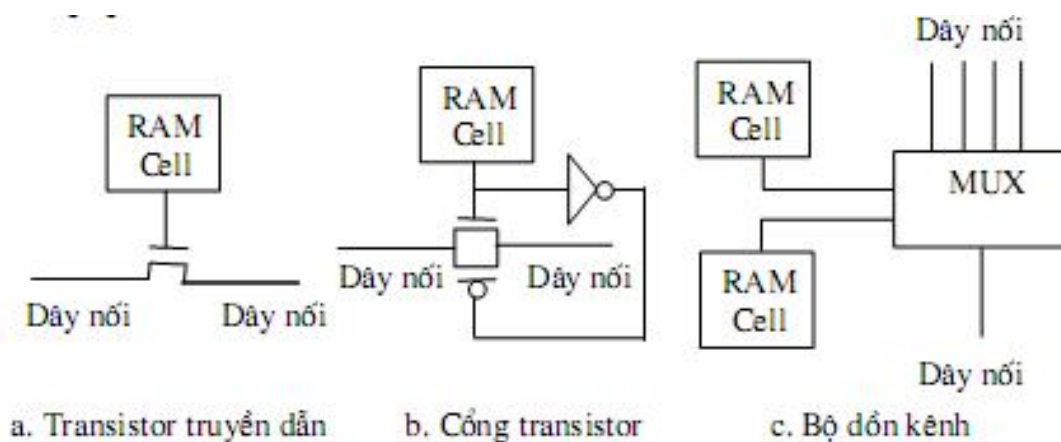
## 3. Công nghệ lập trình

Có nhiều cách thực hiện các phần tử lập trình, các công nghệ lập trình hiện đang được sử dụng là RAM tĩnh, cầu chì nghịch (anti-fuse) EPROM tranzitor và EEPROM tranzitor. Mặc dù công nghệ lập trình khác nhau, tất cả các phần tử lập trình đều có chung tính chất chung là có thể cấu hình được trong một trong hai trạng thái ON hoặc OFF. Các phần tử lập trình được dùng để thực hiện các kết nối lập trình được giữa các khối logic của FPGA, còn FPGA thông thường có thể hơn 100.000 phần tử lập trình. Có thể tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể và có các số lượng phần tử lập trình có thể có các đặc tính khác. Về mặt chế tạo, các phần tử lập trình nếu có thể chế tạo theo công nghệ CMOS chuẩn là tốt nhất.

### 3.1 Công nghệ lập trình dùng RAM tĩnh (SRAM)

Công nghệ lập trình dùng SRAM được sử dụng trong các FPGA của nhiều công ty như Xilinx. Trong các FPGA này, các kết nối lập trình được làm bằng các tranzitor truyền (pass-transistor), các cổng cho phép truyền (pass-gate), hay các bộ dồn kênh (multiplexer), tất cả đều được điều khiển bằng các ô nhớ (cell) SRAM. Các chip được thực hiện theo công nghệ SRAM có diện tích khá lớn, bởi vì cần ít nhất 5 tranzitor cho mỗi ô nhớ.

Ưu điểm chính của công nghệ này cho phép FPGA có thể tái cấu hình ngay trên mạch rất nhanh và nó có thể được chế tạo bằng công nghệ CMOS chuẩn.

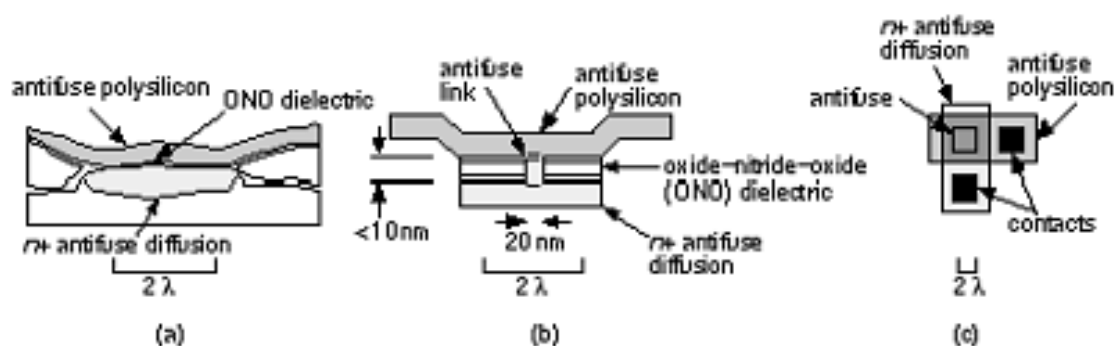


Hình 1.2. Công nghệ lập trình dùng SRAM

### 3.2 Công nghệ lập trình dùng cầu chì nghịch (anti-fuse)

Công nghệ lập trình dùng cầu chì nghịch (anti-fuse) được sử dụng trong các FPGA của Actel. Tuy anti-fuse được sử dụng trong các loại FPGA này có cấu tạo khác nhau, nhưng chức năng của chúng là như nhau. Một Anti-fuse bình thường sẽ ở trạng thái trở kháng cao, nhưng có thể bị biến thành trạng thái điện trở thấp khi được lập trình ở điện thế cao.

Anti-fuse của Actel được gọi là PLICE (Programmable Low-Impedance Circuit Element). Nó có cấu trúc hình chữ nhật gồm 3 lớp: lớp dưới cùng chứa silic mang điện tích dương, lớp giữa là một lớp điện môi, lớp trên cùng là poly-silic.



Hình 1.3. Công nghệ lập trình cầu chì nghịch anti-fuse PLICE của Actel

(a) Mặt cắt ngang.

(b) Cấu trúc các lớp cầu chì nghịch: + Lớp điện môi ONO (Oxy-Nitro-Oxy) cách điện chiều dày nhỏ hơn 10nm;

+ Lớp dưới mang điện tích dương;

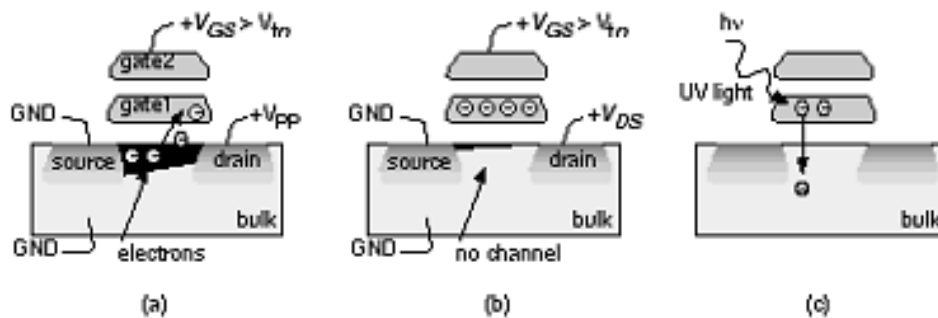
+ Lớp trên là Poly-Silic.

(c) Một cầu chì nghịch nhìn từ phía trên xuống giống như một công tắc .

Ưu điểm công nghệ cầu chì nghịch anti-fuse là diện tích của các chip rất nhỏ so với các công nghệ khác. Tuy nhiên bù lại cần phải có không gian lớn cho các tranzitor điện thế cao cần để giữ cho dòng và áp cao lúc lập trình. Nhược điểm của công nghệ này là qui trình chế tạo chúng cần phải thay đổi so với qui trình chế tạo CMOS.

### 3.3 Công nghệ lập trình dùng EPROM và EEPROM

Công nghệ lập trình dùng EPROM và EEPROM được sử dụng chủ yếu trong các FPGA của Altera. Công nghệ này giống như sử dụng trong bộ nhớ EPROM. Không giống như tranzitor COM, các tranzitor EPROM gồm hai cực, một cực treo (floating-gate) và một cực chọn (select-gate). Cực treo được đặt giữa cực chọn và kênh của tranzitor, nó được gọi như vậy vì nó không có kết nối điện đến bất kỳ mạch nào.



Hình 1.4. Tranzitor dùng công nghệ lập trình EPROM và EEPROM

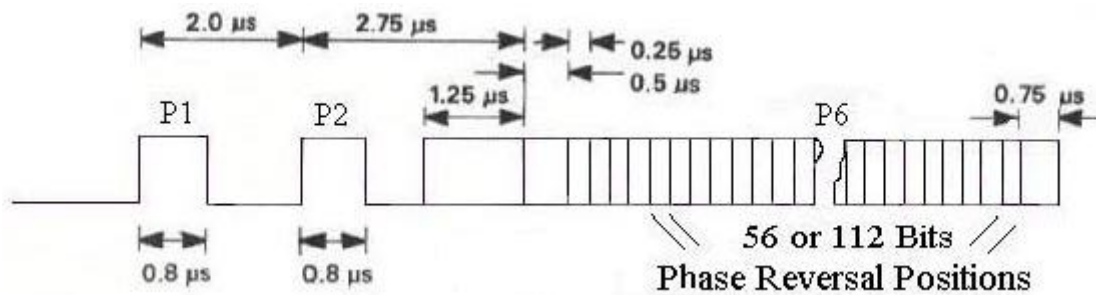
- (a) Với điện áp lập trình cao ( $>12V$ )  $V_{pp}$  cung cấp tới cực máng các điện tử có đủ năng lượng để nhảy vào cổng treo gate 1;
- (b) Các điện tử ở cổng gate 1 tăng lên ở điện áp giữ mà tạo cho các transistor khoá cho mức điện áp hoạt động bình thường;
- (c) Ánh sáng cực tím cung cấp năng lượng đủ để các phần tử ở cổng gate 1 nhảy về vị trí cũ cho phép transistor hoạt động bình thường.

Ưu điểm của tranzitor EPROM là chúng có thể tái lập trình mà không cần bộ nhớ bên ngoài. Tuy nhiên không giống như SRAM, tranzitor EPROM không thể được lập trình lại ngay trên bo mạch (in-circuit).

Phương pháp dùng EEPROM tương tự như công nghệ EPROM, chỉ khác là điện tích của tranzitor EEPROM chiếm diện tích gấp hai lần diện tích chip so với tranzitor EPROM và cần nhiều nguồn điện thế hơn các loại khác.

## YÊU CẦU ĐẶT RA

Tạo được xung cơ dạng hình vẽ và có độ dài của xung là  $20\mu\text{s}$



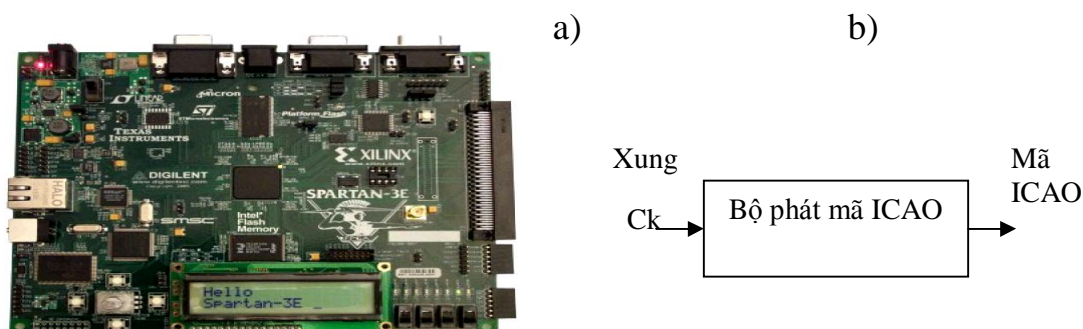
Sử dụng FPGA :

- Kết nối với máy tính
- Viết code tạo xung trên FPGA
- Kết nối với kit Spartan-3E

## PHẦN 2: MÔ PHỎNG MẠCH TẠO MÃ ICAO BẰNG CÔNG NGHỆ FPGA

Vào đầu những năm 90, công nghệ FPGA ( Field Programmable Gate Array) ra đời góp phần to lớn trong sự phát triển kỹ thuật truyền thông số. FPGA được thiết kế đầu tiên bởi Ross Freeman, người sáng lập công ty Xilinx vào năm 1984, kiến trúc mới của FPGA cho phép tích hợp số lượng tương đối lớn các phần tử bán dẫn vào 1 vi mạch. FPGA có khả năng chứa tới từ 100.000 đến hàng vài tỷ cổng logic, trong khi CPLD chỉ chứa từ 10.000 đến 100.000 cổng logic Trong những năm gần đây, công nghệ FPGA đã phát triển mạnh mẽ với nhiều cải tiến về mật độ tích hợp cũng như tốc độ xử lý.

Phần này trình bày về kết quả tạo mã ICAO trên kit Spartan-3E FPGA Starter của hãng Xilinx



Hình 2.1 a) Kit Spartan-3E FPGA Starter của hãng Xilinx;

b) Định nghĩa khối tạo mã ICAO trên công nghệ FPGA

Thiết kế hay lập trình cho FPGA được thực hiện bằng ngôn ngữ mô tả phần cứng VHDL. Khối tạo mã ICAO được định nghĩa bằng phần mềm được mô tả như hình 2.1b

## 1. CODE Chạy Chương trình FPGA

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
entity icao is
    Port ( clk : in  STD_LOGIC;
          output : out  STD_LOGIC);
end icao;
architecture Behavioral of icao is
    signal dem: integer range 0 to 999999:=0;
    signal temp: STD_LOGIC;
begin
    header:process(clk)
        begin
            if clk='1' and clk'event then
                dem<= dem +1;
                if dem=999999 then
                    dem <=0;
                end if;
            end if;
            if (dem >0 and dem <= 40) then           -- 0.8us
                temp <= '1';
            elsif (dem > 40 and dem <= 100) then    -- 1.2us
                temp <= '0';
            elsif (dem > 100 and dem <= 140) then  -- 0.8us
                temp <= '1';
            end if;
        end process;
    end architecture;
```



```
    elsif (dem > 140 and dem <= 175) then        -- 0.7us
        temp <= '0';
    elsif (dem > 175 and dem <= 237) then        -- 1.25us
        temp <= '1';
    elsif (dem > 237 and dem <= 262) then        -- 0.5us
        temp <= '0';
-- data: 56 bit
    elsif (dem > 262 and dem <= 274) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 274 and dem <= 287) then
        temp <= '0';

    elsif (dem > 287 and dem <= 299) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 299 and dem <= 312) then
        temp <= '0';

    elsif (dem > 312 and dem <= 324) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 324 and dem <= 337) then
        temp <= '0';

    elsif (dem > 337 and dem <= 349) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 349 and dem <= 362) then
        temp <= '0';
```

```
elseif (dem > 362 and dem <= 374) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 374 and dem <= 387)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 387 and dem <= 399) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 399 and dem <= 412)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 412 and dem <= 424) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 424 and dem <= 437)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 437 and dem <= 449) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 449 and dem <= 462)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 462 and dem <= 474) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 474 and dem <= 487)    then
    temp <= '0';
```

```
elseif (dem > 487 and dem <= 499) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 499 and dem <= 512)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 512 and dem <= 524) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 524 and dem <= 537)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 537 and dem <= 549) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 549 and dem <= 562)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 562 and dem <= 574 ) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 574 and dem <= 587)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 587 and dem <= 599) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 599 and dem <= 612)    then
    temp <= '0';
```

```
elseif (dem > 612 and dem <= 624) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 624 and dem <= 637)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 637 and dem <= 649) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 649 and dem <= 662)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 662 and dem <= 674) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 674 and dem <= 687)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 687 and dem <= 699) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 699 and dem <= 712)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 712 and dem <= 724) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 724 and dem <= 737)    then
    temp <= '0';
```

```
elseif (dem > 737 and dem <= 749) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 749 and dem <= 762)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 762 and dem <= 774) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 774 and dem <= 787)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 787 and dem <= 799) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 799 and dem <= 812)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 812 and dem <= 824) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 824 and dem <= 837)    then
    temp <= '0';

elseif (dem > 837 and dem <= 849) then
    temp <= '1';
elseif (dem > 849 and dem <= 862)    then
    temp <= '0';
```

```
    elsif (dem > 862 and dem <= 874) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 874 and dem <= 887)    then
        temp <= '0';

    elsif (dem > 887 and dem <= 899) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 899 and dem <= 912)    then
        temp <= '0';

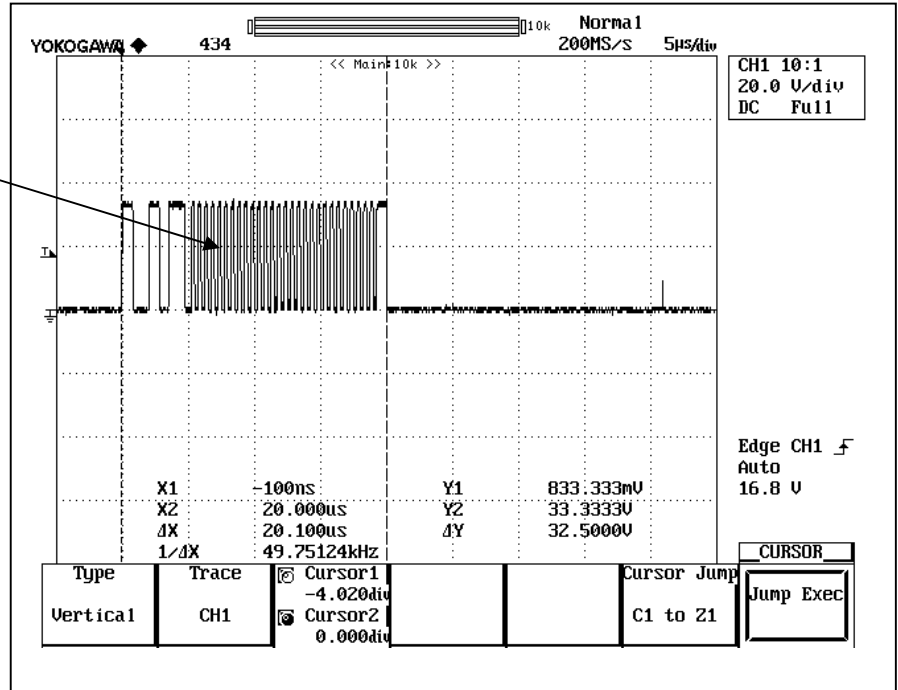
    elsif (dem > 912 and dem <= 924) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 924 and dem <= 937)    then
        temp <= '0';

    elsif (dem > 937 and dem <= 949) then
        temp <= '1';
    elsif (dem > 949 and dem <= 962)    then
        temp <= '0';
-- end
    elsif (dem > 962 and dem <= 1000) then
        temp <= '1';
    else temp <= '0';
    end if;
end process header;
output <= temp;
end Behavioral;
```

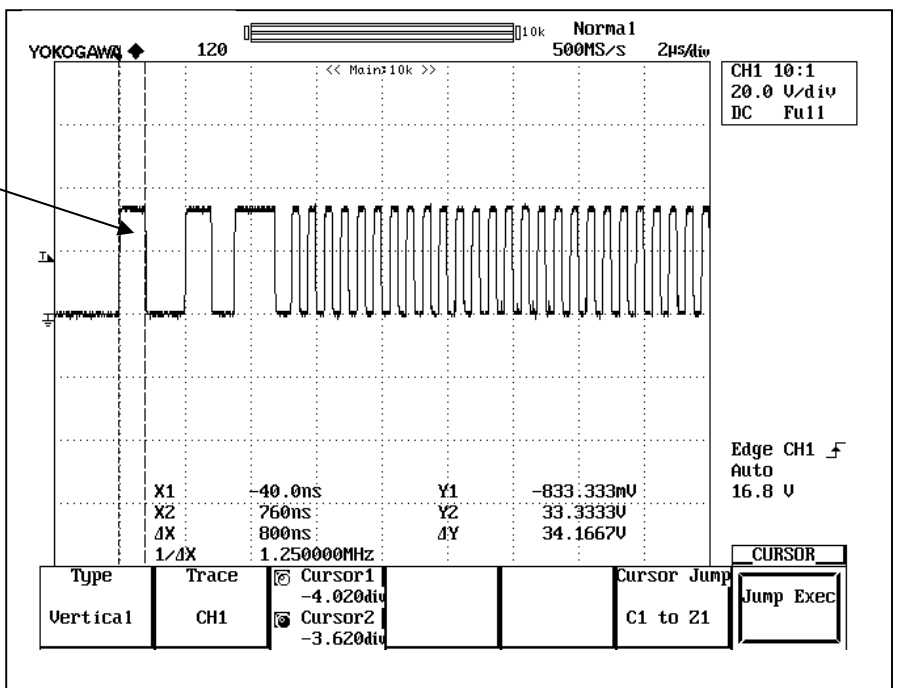
## 2. Kết quả

Kết quả mã ICAO được quan sát trên dao động ký

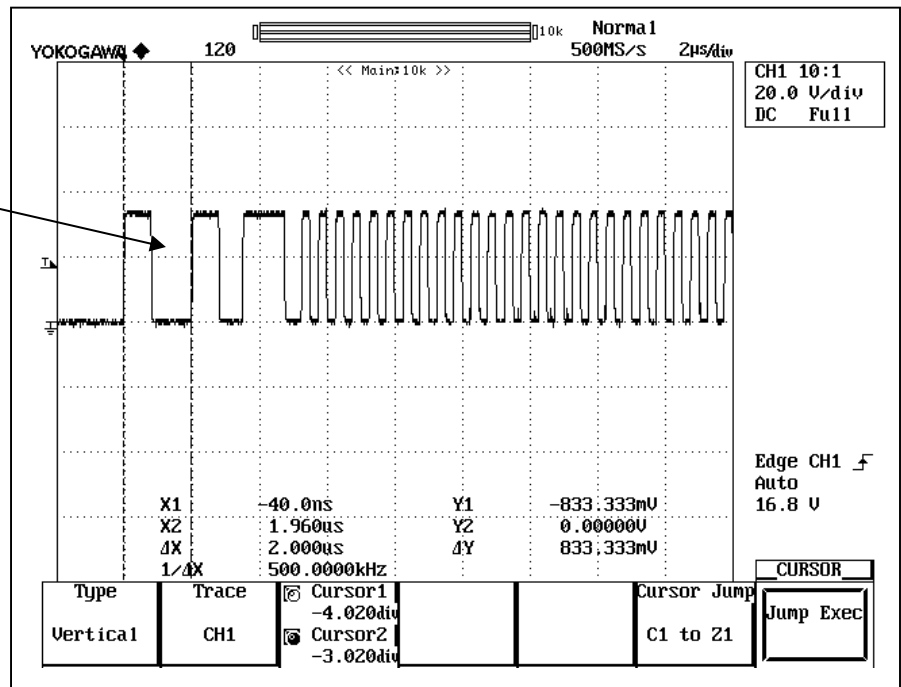
Độ rộng xung tạo ra có độ dài 20 $\mu$ s



Độ dài xung mào đầu tiên P1 có độ rộng

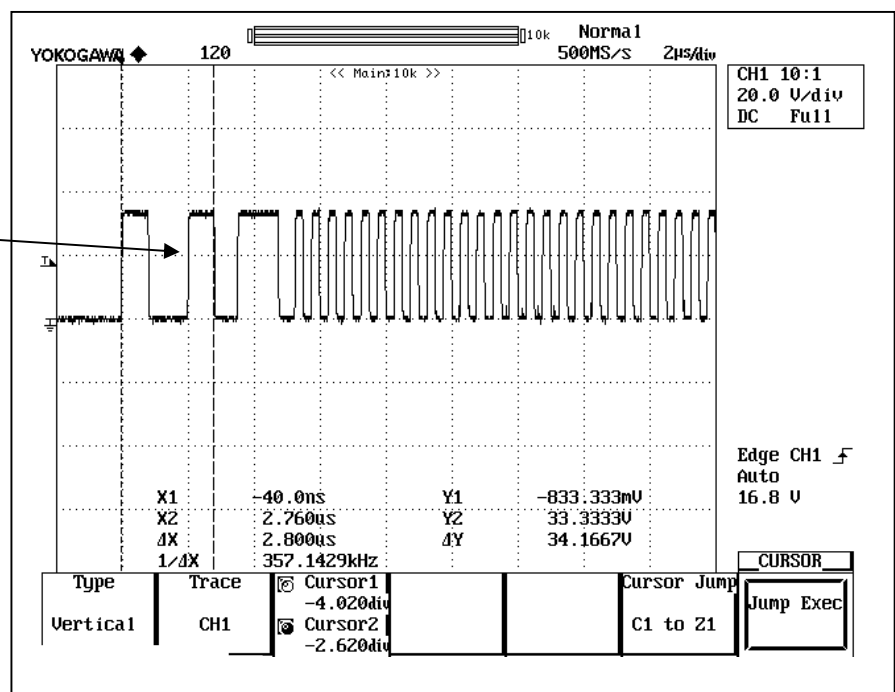


Khoảng cách giữa xung P1 và P2 là  $2\mu\text{s}$



Khoảng cách giữa sườn lên của xung P1 và sườn xuống của xung P2 là  $2.8\mu\text{s}$

Vận tốc dài xung P2 là  $0.8\mu\text{s}$





Việc sử dụng FPGA để tạo mã ICAO đã cho kết quả tương đối tốt. Đây là một công nghệ hiện đại hiện nay, trên cơ sở phát thử nghiệm trên kit Spartan-3E FPGA Starter mua của nước ngoài, luận án đã xây dựng mạch FPGA tự tạo để thử nghiệm chuyên phát những dạng mã trao đổi thông tin như mã theo chuẩn ICAO. Đoạn mã được phát ra hoàn toàn giống với lý thuyết đã nghiên cứu. Trong đó các xung P1, P2 có độ rộng xung là  $0,8\mu\text{s}$ , cách nhau  $2\mu\text{s}$ . Xung P6 có độ rộng xung hoặc là  $16,25\mu\text{s}$  hoặc  $30,25\mu\text{s}$  tùy thuộc dữ liệu là 56 hay 112 bit. Các xung dữ liệu có độ rộng là  $0,25\mu\text{s}$ .

So sánh với các quả nghiên cứu trước đây tạo mã bằng vi điều khiển thì sử dụng công nghệ FPGA tạo được các xung “bắt tay” và các chuỗi xung chứa thông tin có độ rộng theo đúng chuẩn và độ trễ sườn xung nhỏ đảm bảo trong quá trình điều chế và truyền thông tin tín hiệu không bị sai lệch. Khảo sát độ trễ sườn xung của tín hiệu : sườn trước trễ  $34\text{ns}$ , sườn sau trễ  $32\text{ns}$ . Độ rộng của xung hẹp nhất là  $0,25\mu\text{s}$  do đó độ trễ sườn xung là  $13,6\%$  và  $12,8\%$ , tỷ lệ đó có thể coi xung là vuông đảm bảo tín hiệu trung thực trong các quá trình gia công và truyền dữ liệu. Độ trễ của sườn xung rất quan trọng, nó quyết định nhiều đến độ trung thực tín hiệu tới máy thu.

## KẾT LUẬN

Với hướng nghiên cứu của đề tài sau thời gian nghiên cứu khóa luận đã đạt được một số các kết quả như sau:

- Tổng quan về công nghệ FPGA
- Tổng quan tìm hiểu về cấu trúc mã ICAO, các chế độ trao đổi thông tin theo chuẩn của tổ chức hàng không dân dụng quốc tế ICAO, nghiên cứu định dạng mode S sử dụng trong hệ thống hỏi đáp trao đổi thông tin giữa các trạm mặt đất và đối tượng bay.
- Tiến hành nghiên cứu một vài môi trường tạo mã: Tạo chuỗi mã ICAO bằng công nghệ FPGA. Phương tiện tạo mã này đáp ứng được yêu cầu tạo mã có độ rộng xung hẹp theo tiêu chuẩn quy định của ICAO, khả năng linh hoạt tốt, mạch gọn nhẹ thuận tiện thao tác trên hệ thống, công nghệ FPGA hiện đại hơn, ưu điểm về khả năng tạo xung có độ trễ sườn xung nhỏ đảm bảo trong quá trình điều chế và truyền trong môi trường tín hiệu nơi thu sẽ nhận được tín hiệu trung thực.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

**Tiếng Việt**

1. Nguyễn Thị Xuân Mỹ, *Hệ thống thông tin, dẫn đường, giám sát phục vụ quản lý không lưu CNS/ATM*, Tạp Chí Bưu Chính Viễn thông 27/07/2007
2. Tiếp cận lập trình cho FPGA từ Spartan -3

**Tiếng Anh**

1. ICAO (1996), *Rules of the Air and Air Traffic Services, 13 Eddition -1996*.
2. ICAO (2001), *Air Trairfic Control Services, Flight Information Service and Alerting Services, 13 Edittion , July 2001*.
3. ICAO (1996), *Aeronautical Telecommunication – 15<sup>th</sup> Edition*
4. <http://www.icao.int>
5. The Story of Mode S: An Air Traffic Control Data Link Technology