



# Radar

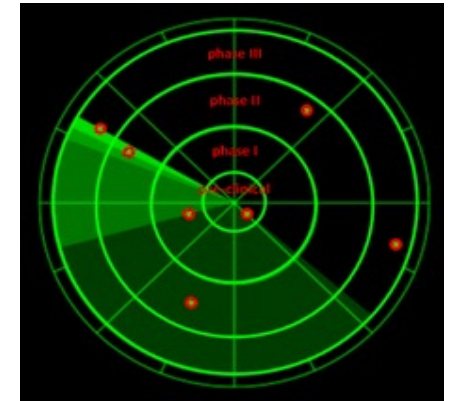
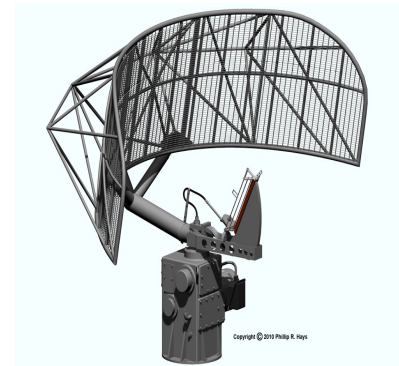
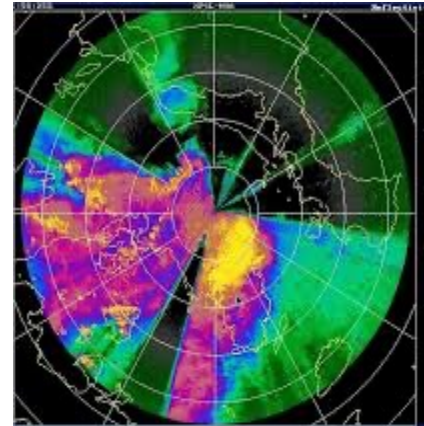
Corso di Laurea:

Scienze e Tecnologie della Navigazione  
/Scienze Nautiche, Aeronautiche e  
Meteo-Oceanografiche

Anno Accademico: 2022/2023

Crediti: 6 CFU

Docente: Giampaolo Ferraioli



**DiST**  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
E TECNOLOGIE



# + Sommario

---

- Radar Secondario (2/2)

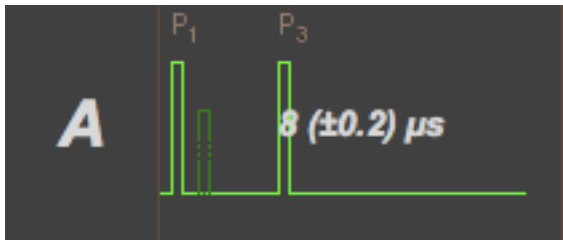
# + Radar Secondario

## Interrogazione

Il radar secondario effettua due tipi di interrogazioni mediante l'utilizzo di codici: **Modo A** e **Modo C**

**Modo A:** richiede all'aeromobile il proprio identificativo.  
L'interrogator trasmette due impulsi P1 e P3 a distanza di 8 us

**Modo C:** richiede all'aeromobile informazioni relativi alla sua quota. L'interrogator trasmette due impulsi P1 e P3 a distanza di 21 us.



Le Interrogazioni di Modo A e C sono normalmente alternate con un determinato periodo di ripetizione.

## + Radar Secondario

### Risposta

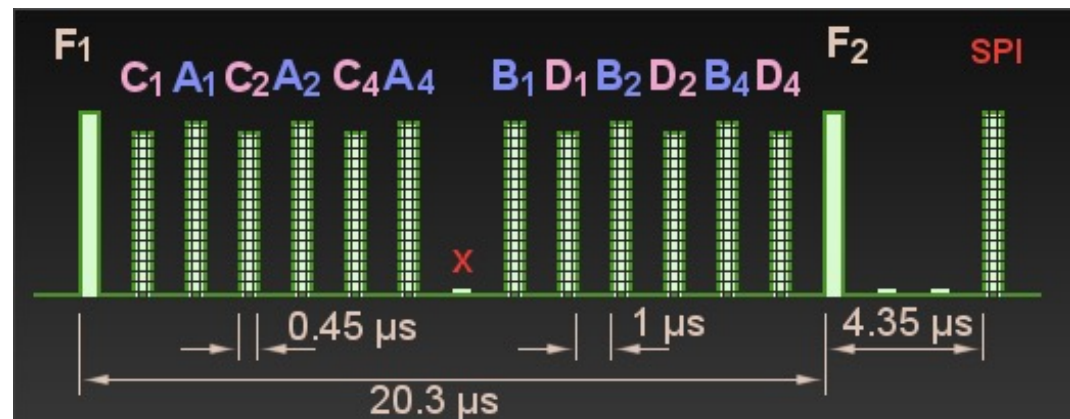
Il trasponder risponde trasmettendo un **treno di impulsi** compreso in un intervallo fisso di 20.3  $\mu\text{s}$ .

La sequenza di 12 impulsi binari è racchiusa da due impulsi F1 e F2. I 12 impulsi permettono  $2^{12}=4096$  combinazioni.

Ad un'interrogazione di Modo A, il trasponder risponde fornendo il suo **identificativo**

Ad un'interrogazione di Modo C, il trasponder risponde fornendo la propria **quota di volo**.

Nella risposta il  
Trasponder non inserisce il  
Modo a cui sta  
rispondendo



# + Radar Secondario

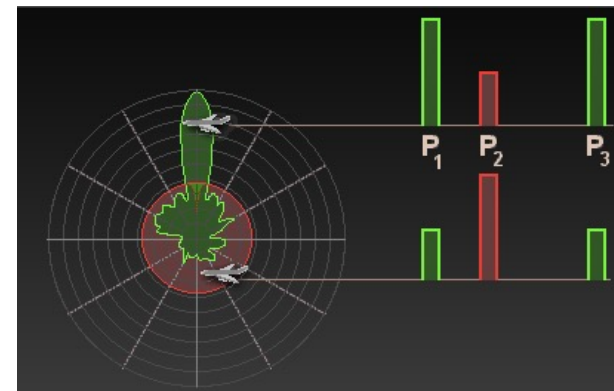
## Problemi: Lobi Secondari

Nel radar secondario il transponder può essere attivato da interrogazioni provenienti dai **lobi secondari** producendo la rivelazione di aerei in posizioni errate.

La tecnica di **Soppressione dei Lobi Secondari (SLS)** consente al transponder di “riconoscere” se l’interrogazione proviene dal lobo principale (risponde) o dai lobi secondari (ignora).

Si trasmette oltre a P1 e P3, un altro impulso P2 (2 $\mu$ s dopo P1) mediante un’antenna quasi omnidirezionale. L’ampiezza di P2 è maggiore dei lobi secondari e minore almeno 9dB rispetto a P1.

Il transponder risponde ad un’interrogazione solo se P1 è maggiore di almeno 9dB rispetto a P2



# + Radar Secondario

---

## Radar Secondario Modo S

E' in grado di **interrogare singolarmente** ogni aeromobile

Viene formato un **data link** tra interrogator e trasponder, che consente lo scambio continuo di informazioni.

Il Radar Secondario di Modo S è compatibile con il Radar Secondario classico. Prevede ulteriori impulsi oltre a P1, P2 e P3

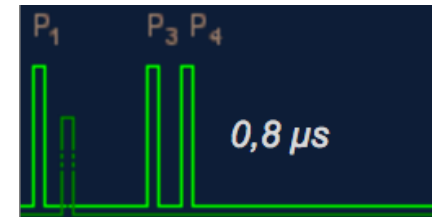
Ogni aeromobile ha un unico identificativo su 24 bit (più di 16 milioni). Appena ricevuta un'interrogazione cerca nel messaggio il proprio identificativo. Se lo riconosce risponde all'interrogazione.

Periodicamente gli interrogator effettuano una **chiamata generale** per aggiornare la lista degli aerei in vista. Il trasponder risponde comunicando il proprio indirizzo.

# + Radar Secondario

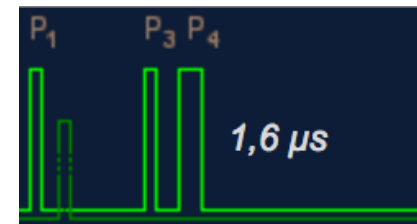
## Interrogazione di Modo A /C/No Reply

La trasmissione di P4 breve inibisce il Modo S. Risposte di Modo A o Modo C.



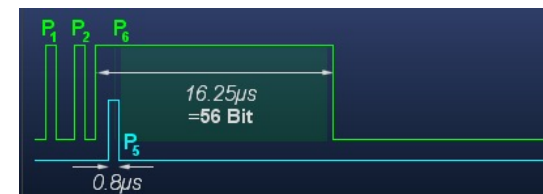
## Interrogazione di Modo A /C/All Call

La trasmissione di P4 lungo indica al Modo S di trasmettere il proprio identificativo.



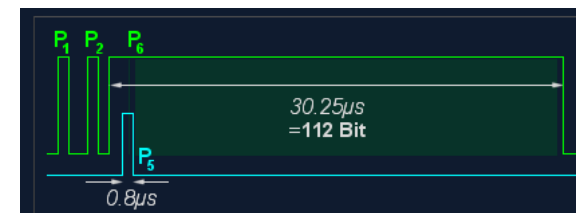
## Interrogazione di Modo S - Short

La trasmissione di P2 inibisce il Modo A e Modo C. I Trasponder di Tipo S rispondono con uno Short



## Interrogazione di Modo S - Long

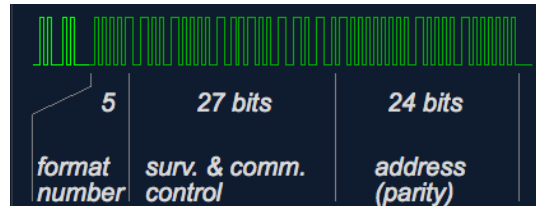
La trasmissione di P2 inibisce il Modo A e Modo C. I Trasponder di Tipo S rispondono con un Long



## + Radar Secondario

Quattro impulsi iniziali, seguiti da Risposta Short [56bit (5+27+24)] o Risposta Long [122bit (5+27+56+24)]

### Risposta Short



### Risposta Long



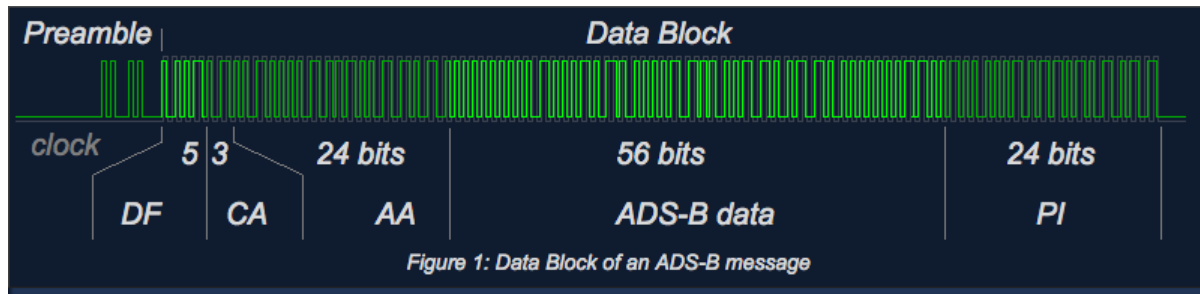
- **Format Number (5 bit):** tipo di interrogazione (UF) e tipo di Risposta (DF). Ogni DF è una risposta ad uno specifico UF. ES: UF4 richiede l'altezza ad uno specifico Aereo, che risponde con DF4
- **Surv. & Commun. Control (27 bit):** bit per la risposta
- **Address (24 bit):** indirizzo univoco dell'Aereo
- **Message (56 bit):** messaggi aggiuntivi (solo nelle risposte Long)



# + Radar Secondario

## DF17

Il Data Format 17 (Risposta Long 112bit) è detto “1090 Extended Squitter”. Lo Squitter è la generazione di una risposta broadcast senza una specifica interrogazione.



- Capability (CA): riporta se l'aereo è airborne o su ground.
- Aircraft Address: identificativo dell'Aereo
- ADS-B Data: può includere
  - aircraft type
  - altitude,
  - latitude,
  - longitude
  - airborne velocity.
- Parity Information: controllo errore

## + Radar Secondario

Il DF17 è la parte fondamentale di un sistema Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)

Automatic: non occorre alcuna interrogazione (DF17)

Dependent: si basa sui dati di navigazione “onboard”

Surveillance: fornisce informazioni di sorveglianza e coordinamento del traffico

Broadcast: trasmissione dei dati in Broadcast

- Aereo determina la propria posizione tramite GPS
- Trasmette le proprie informazioni tramite DF17 in broadcast
- Le informazioni ricevute vengono trasmesse alle Torri di controllo
- <https://www.flightradar24.com/>
- <https://it.flightaware.com>

