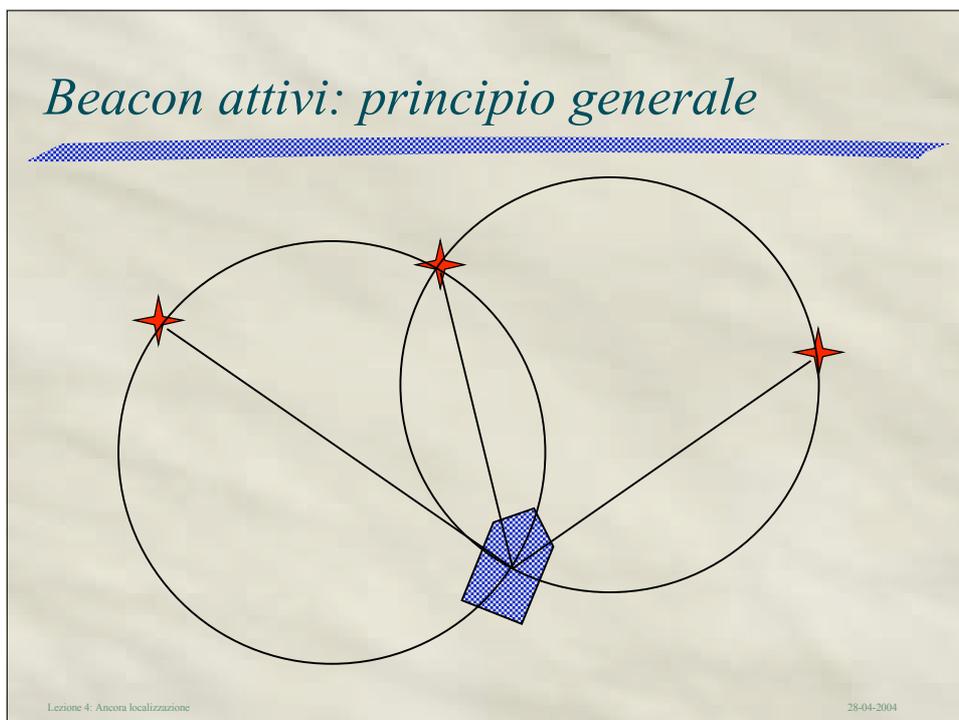


*Robotica Mobile*

*Lezione 4:  
Ancora localizzazione*

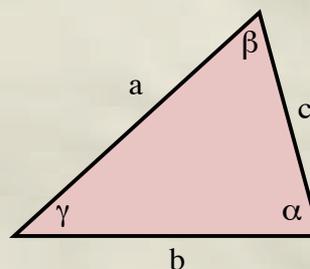
---

28-04-2004



## Un triangolo...

- ⇒ Può essere risolto se si conoscono tre dei suoi sei elementi costitutivi;
- ⇒ Se si misurano gli angoli si parla di **triangolazione**
- ⇒ Se si misurano le lunghezze dei lati si parla di **trilaterazione**
- ⇒ Ci sono soluzioni miste (un lato e due angoli, ecc.)

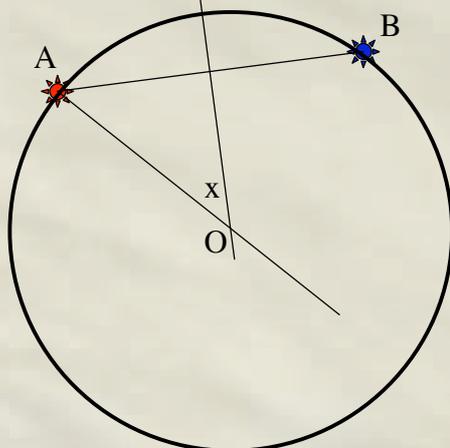


Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## Costruzione di un cerchio capace

Vedo i landmark A e B sotto un angolo di  $x$  gradi



(Il centro del cerchio capace sta sull'asse del segmento che li congiunge)

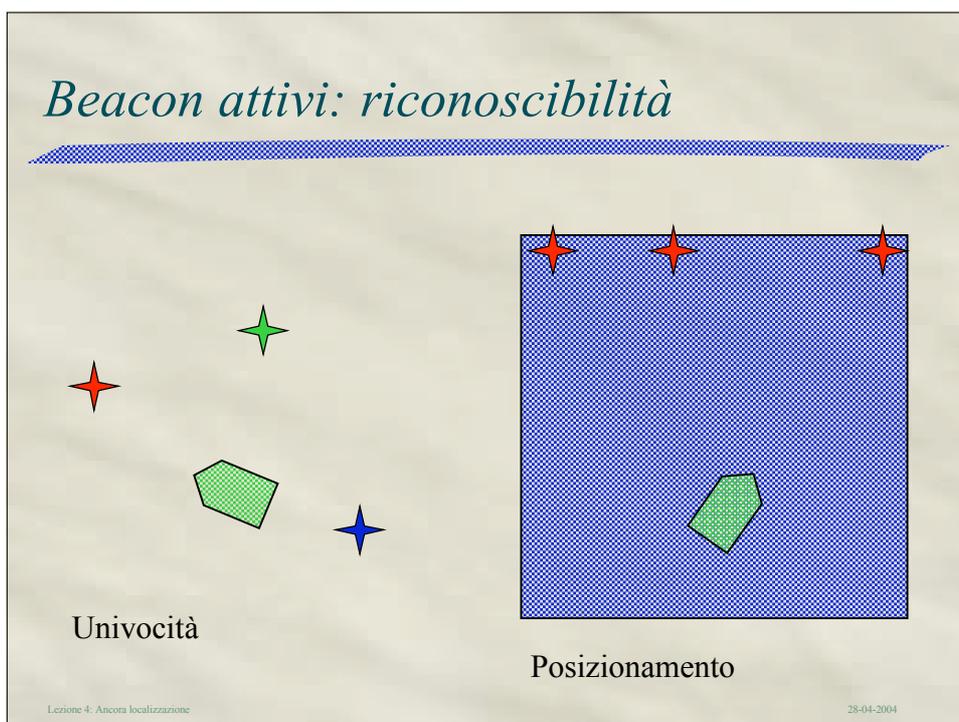
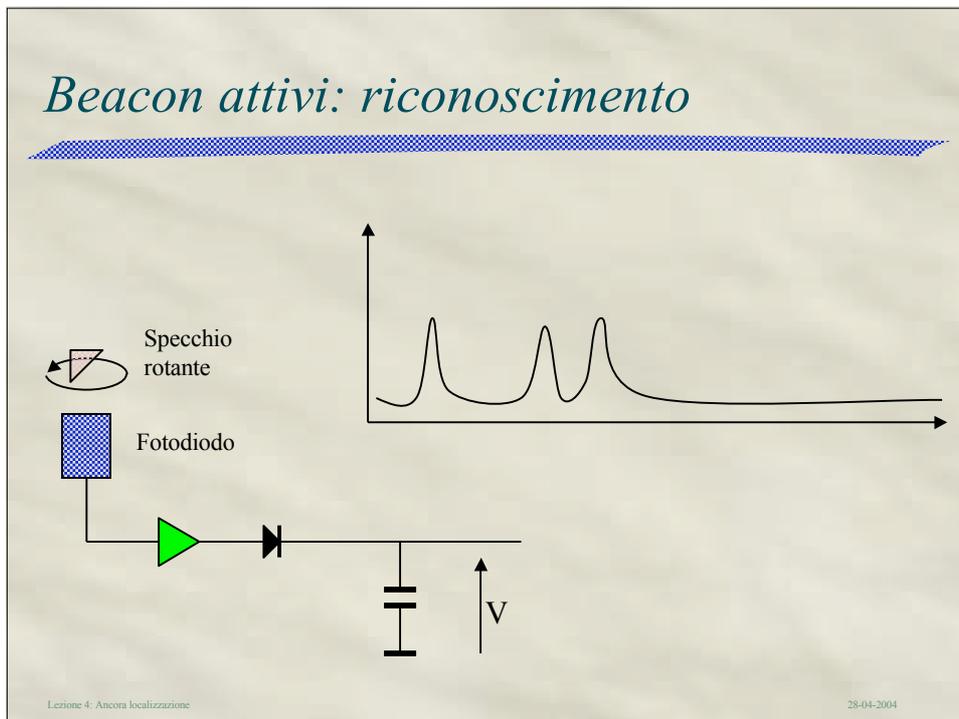
Traccio l'angolo  $\text{BAO} = 180^\circ - 90^\circ - x$

Traccio la circonferenza con centro in O e raggio OA

Attenzione: l'angolo AOB è un angolo orientato!

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004



## *Combinazioni usate*

- ⇒ Beacon attivi (IR, eventualmente modulato)
- ⇒ Beacon passivi (catarifrangenti), eccitati da lama (verticale) di luce laser rotante a velocità costante
- ⇒ Transponder: ricevono luce laser (lama verticale) rotante a velocità costante; rispondono con impulsi radio (identificabili)

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## *Se invece vogliamo usare la trilaterazione...*

- ⇒ Occorrono dei misuratori di distanza
- ⇒ Per esempio:
  - Transponder radio-acustico
  - Transponder ottico-acustico (fornisce anche il rilevamento)

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

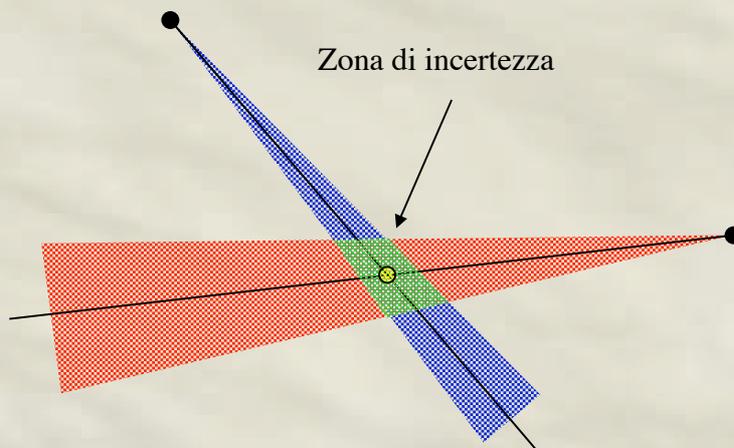
## *L'algoritmo è molto semplice:*

⇒ Lo disegnamo alla lavagna

Lezione 4: Ancora localizzazione

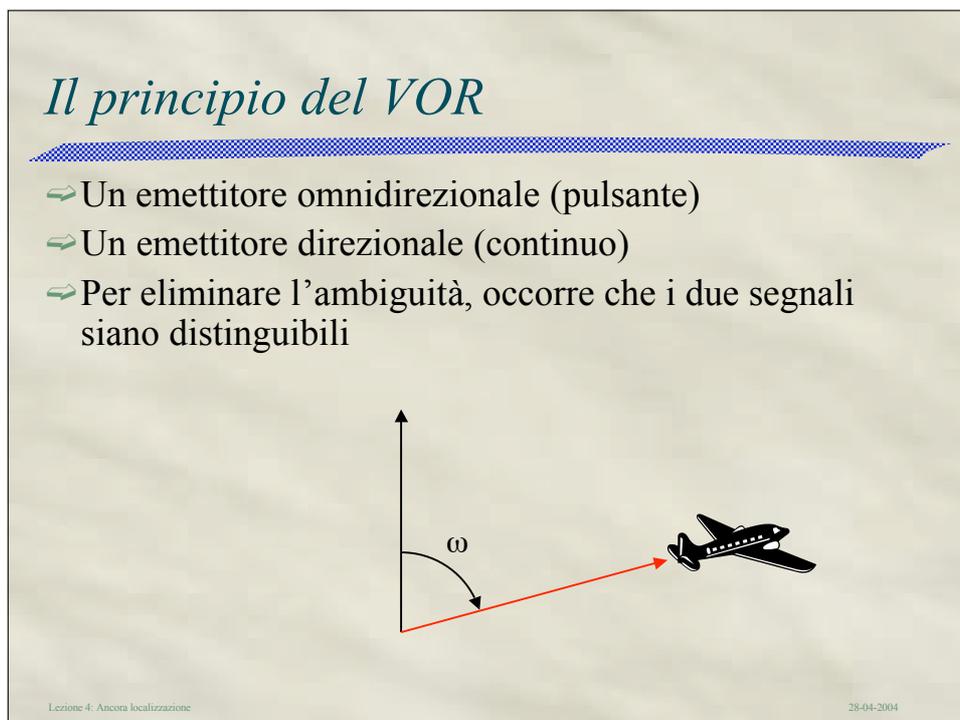
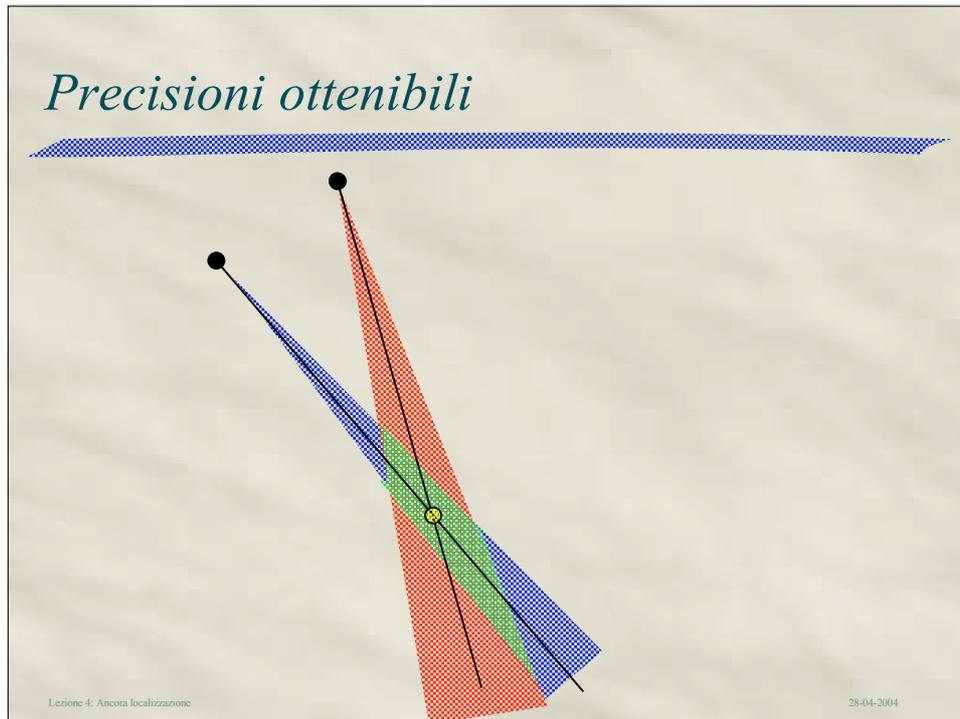
28-04-2004

## *Precisioni ottenibili*

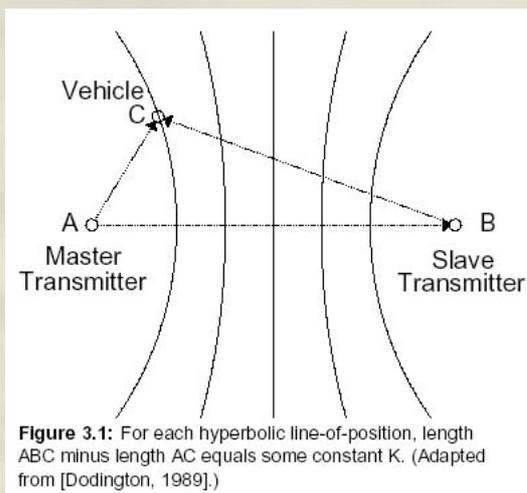


Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004



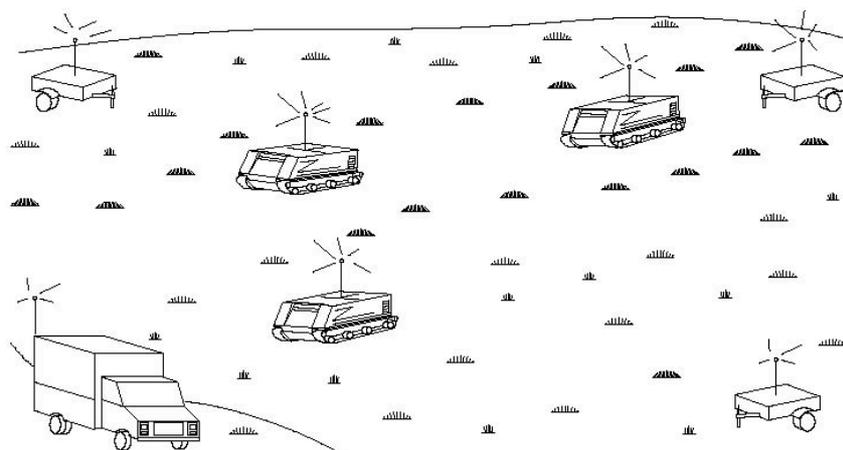
## Sistemi iperbolici



Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## Un esempio per uso militare



**Figure 3.2:** Kaman Sciences 1500 W navigation grid is a scaled-down version of the LORAN concept, covering an area 8 to 15 km on a side with a position-location repeatability of 1 m. (Courtesy of Kaman Sciences Corporation.)

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## Il Navstar GPS

### ⇒ Global Positioning System

- Fornisce dati sulla posizione in qualunque punto della Terra:
  - Latitudine
  - Longitudine
  - (Altezza)
- Fornisce l'ora con estrema precisione;
- Assolve non ben chiari scopi militari.

**All'aperto!!!**

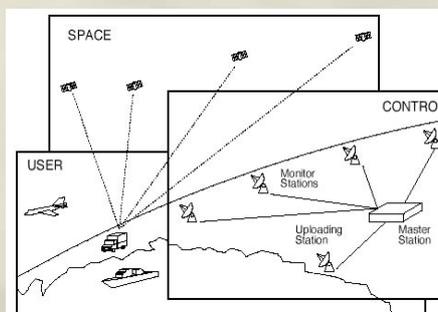
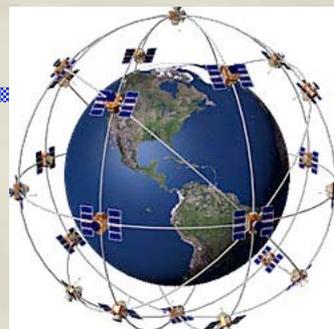


Lezione 4: Ancora loc

28-04-2004

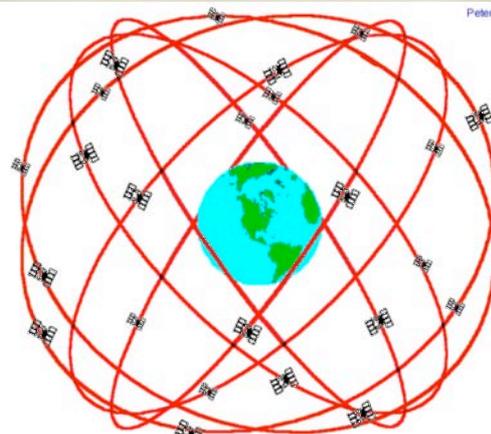
## Su cosa è basato

- ⇒ Costituito da tre "segmenti";
- ⇒ Usa 24 satelliti su 6 piani inclinati di 55°;
- ⇒ Ogni satellite percorre un'orbita controllata e ha un orologio atomico di estrema precisione;
- ⇒ Altezza satelliti: ~10900 M;
- ⇒ Un'orbita in ~12 ore;
- ⇒ Onde cortissime (~ 1,5 GHz);
- ⇒ Misura il tempo di viaggio delle onde;
- ⇒ Per fare il punto occorrono almeno tre luoghi di posizione e un orologio preciso, oppure quattro trasmettitori non allineati.



Lezione 4: Ancora localizzazione

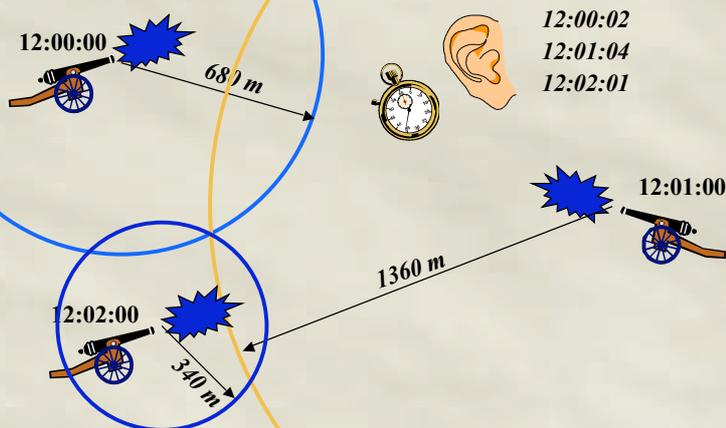
### Le orbite:



GPS Nominal Constellation  
24 Satellites in 6 Orbital Planes  
4 Satellites in each Plane  
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

Lezione 4: Ancora localizzazione

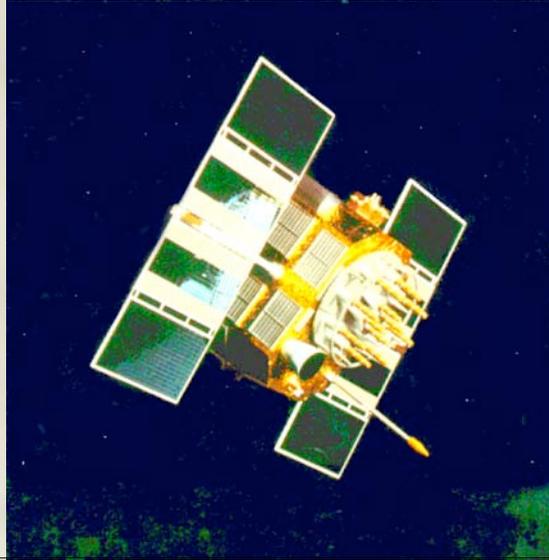
### Il concetto di base...



Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## *Ecco un satellite GPS:*



Lezione 4: Ancora localizzazione

## *L'avvio del GPS*

- ⇒ Cold start
  - Il ricevitore non sa nulla (1÷5 min);
- ⇒ Cold start modificato
  - Il ricevitore ha un'idea approssimativa della posizione e dell'ora ( $\approx 1$  min);
- ⇒ Warm start
  - Il ricevitore sa dove si trova ( $\approx 30$  s).

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## La precisione del GPS

- ⇒ La precisione del GPS è impressionante
- ⇒ Due livelli di precisione:
  - Course Acquisition (C/A): in chiaro
  - Y-code: criptato
- ⇒ Le carte possono essere molto meno precise!
- ⇒ Non esiste più la selective availability.

*C/A-code stand alone 100 m (in realtà è assai migliore)*

*Y-code stand alone 16 m*

*Differential (C/A-code) 3 m*

*Differential (Y-code) unknown*

*Phase differential (codeless) 1 cm*

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004

## Gli errori del GPS

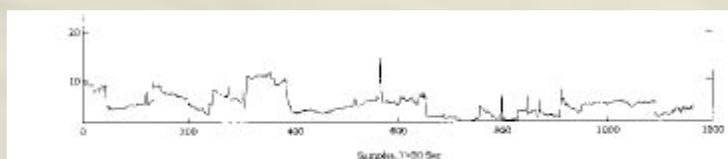


Figure 3.7: Typical GPS static position error with SA "Off". (Courtesy of Byrne [1993]).

Table 3.3: Summary of potential error sources for measured pseudoranges [Brown and Hwang, 1992].

Error Source	Standard Deviation	
	[m]	[ft]
Satellite position	3	29
Ionospheric refraction	5	16.4
Tropospheric refraction	2	6.6
Multipath reflection	5	16.4
Selective availability	30	98.4

Lezione 4: Ancora localizzazione

28-04-2004