
Il Phase Lock Loop

Aggancio della fase

- Misura continua della fase della portante usando la sinusoide con modulazione BPSK o QPSK:

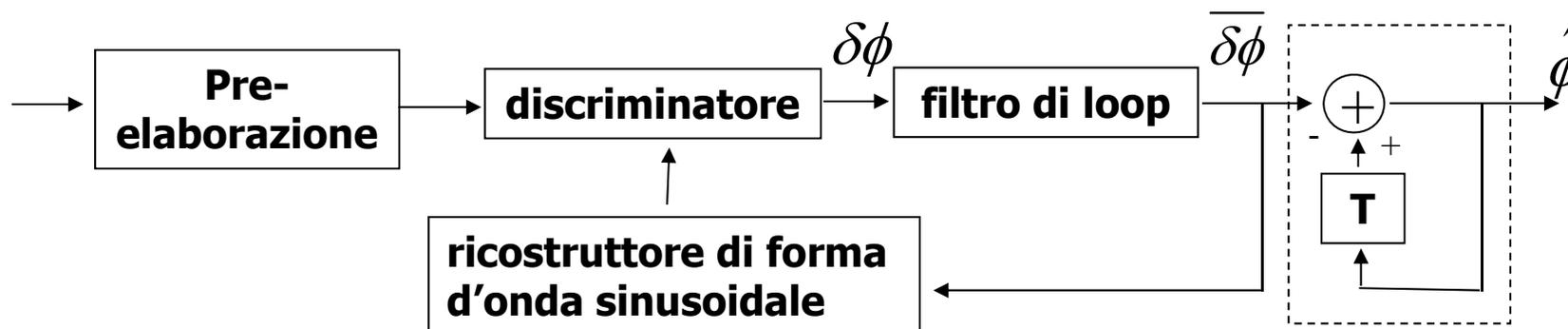
- *Aggancio della fase per demodulare QPSK*
- *Stima e compensazione della frequenza Doppler*
- *Misure di fase (come alternativa, di maggiore precisione - ma affette da ambiguità – delle misure di pseudorange con il codice)*

- Si vuole misurare continuamente una fase che varia nel tempo.
- Si assume di ricevere un segnale sinusoidale continuo, con modulazione di fase.
- Ovviamente si vuole ottenere la migliore accuratezza di stima possibile, mediando le misure su più impulsi.

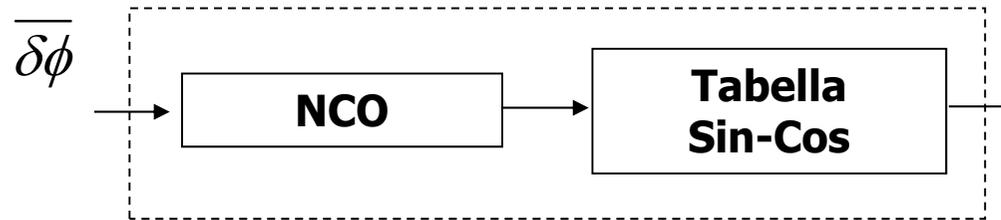
Radiolocalizzazione

Il principio del Phase Lock Loop

- se assumo di avere una stima ragionevole, posso pensare di “raffinarla” ad ogni nuovo ciclo e allo stesso tempo di tenere in conto il fatto che è possibile che la distanza (e quindi la fase) stia cambiando
- **l’approccio del PLL è composto dei seguenti passi:**
 1. generare una replica del segnale che ci si aspetta di ricevere (sinusoide), assumendo che la stima di distanza disponibile sia corretta;
 2. calcolare l’errore di disallineamento temporale fra il segnale ricevuto e quello generato (**discriminatore**);
 3. mediare le correzioni da introdurre (**filtro di loop**);
 4. correggere la stima di distanza = “fase con cui mi aspetto di ricevere il ciclo successivo”
- E’ una stima di ritardo ad anello chiuso: **Phase Lock Loop**



Ricostruttore di forma d'onda



- avendo la stima di fase ad un dato ciclo, si vuole predire la successiva
- se la fase stimata è in ritardo rispetto alla fase di arrivo della forma d'onda (come da uscita del discriminatore) è necessario ridurre T per compensare
- la riduzione di T si può effettuare facilmente aumentando la velocità di conteggio del contatore
- se la fase stimata è in anticipo rispetto alla fase di arrivo della forma d'onda (come da uscita del discriminatore) è necessario aumentare T per compensare
- l'aumento di T si può effettuare facilmente diminuendo la velocità di conteggio del contatore
- l'aumento e la velocità di conteggio di un NCO, si controllano in modo numerico, con la parola di ingresso al contatore

Radiolocalizzazione

Il discriminatore di fase per il PLL

- stima della fase della portante ad anello chiuso: **Phase Lock Loop**

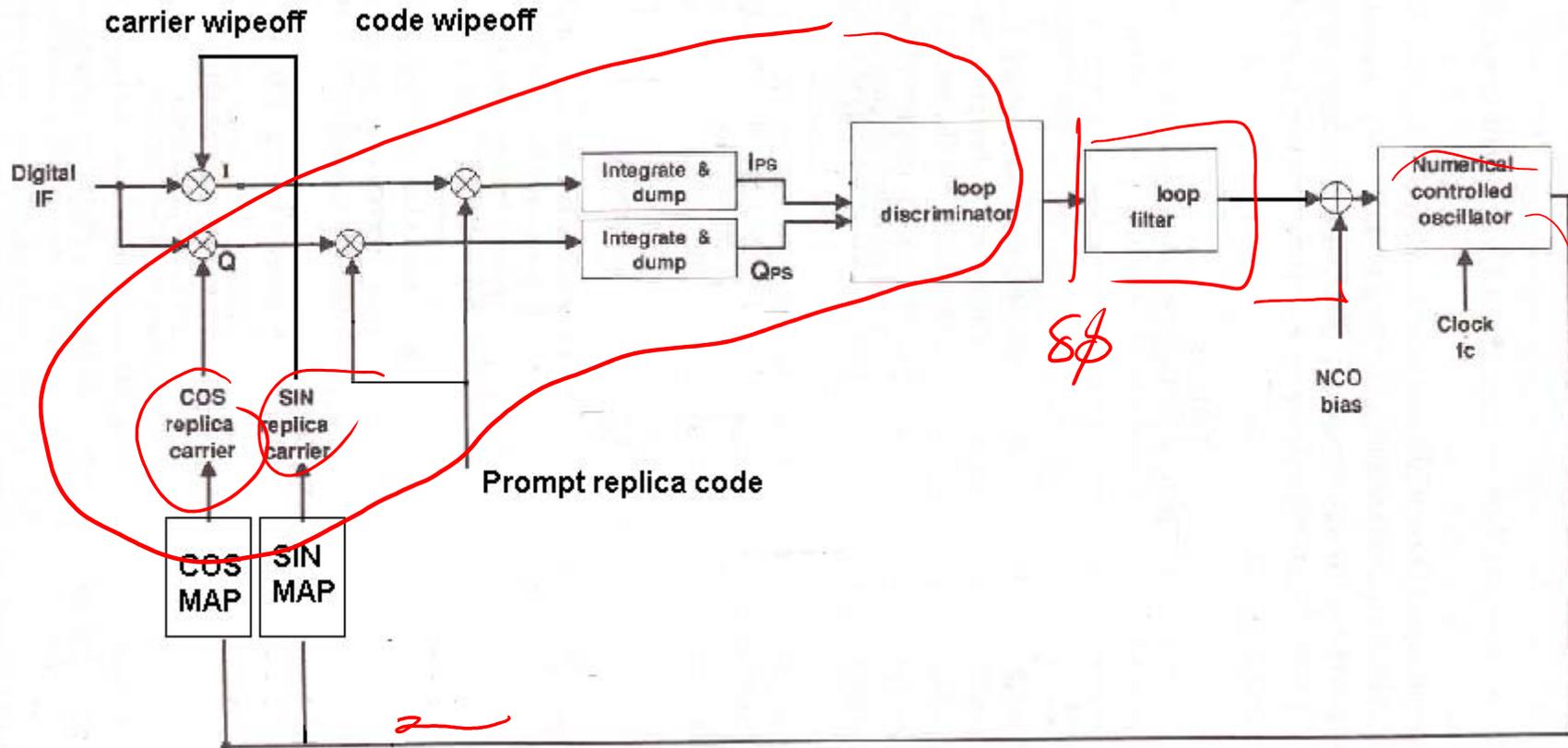
<i>Discriminator Algorithm</i>	<i>Output Phase Error</i>	<i>Characteristics</i>
$\text{Sign}(I_{PS}) \cdot Q_{PS}$	$\sin \phi$	Near optimal at high SNR. Slope proportional to signal amplitude A . Least computational burden.
$I_{PS} \cdot Q_{PS}$	$\sin 2\phi$	Near optimal at low SNR. Slope proportional to signal amplitude squared A^2 . Moderate computational burden.
Q_{PS}/I_{PS}	$\tan \phi$	Suboptimal, but good at high and low SNR. Slope not signal amplitude dependent. Higher computational burden and must check for divide by zero error near $\pm 90^\circ$.
 ATAN2 (Q_{PS}, I_{PS})	ϕ	Four-quadrant arctangent. Optimal (maximum likelihood estimator) at high and low SNR. Slope not signal amplitude dependent. Highest computational burden.

- intervallo non ambiguo di fase: $-2\pi, 2\pi$

Radiolocalizzazione

Schema del PLL

Phase Lock Loop



in condizioni di aggancio:

- max su I_{PS}
- min su Q_{PS}

Radiolocalizzazione

Frequency Lock Loop (FLL)

- PLL Loop sensibile allo stress dinamico, ma buona accuratezza nella stima di velocità
- è usuale utilizzare un loop di inseguimento di frequenza più robusto all'inizio, o in condizioni di stress dinamico, per poi passare al loop di fase

<i>Discriminator Algorithm</i>	<i>Output Frequency Error</i>	<i>Characteristics</i>
$\frac{\text{sign}(\dot{\text{cross}})}{t_2 - t_1}$ <p>where</p> $\begin{aligned} \dot{\text{cross}} &= I_{PS1} \cdot I_{PS2} + Q_{PS1} \cdot Q_{PS2} \\ \text{cross} &= I_{PS1} \cdot Q_{PS2} - I_{PS2} \cdot Q_{PS1} \end{aligned}$	$\frac{\sin[2(\phi_2 - \phi_1)]}{t_2 - t_1}$	Near optimal at high SNR. Slope proportional to signal amplitude A . Moderate computational burden.
$\frac{\text{cross}}{t_2 - t_1}$	$\frac{\sin[(\phi_2 - \phi_1)]}{t_2 - t_1}$	Near optimal at low SNR. Slope proportional to signal amplitude squared A^2 . Least computational burden.
$\frac{\text{ATAN2}(\text{cross}, \dot{\text{cross}})}{(t_2 - t_1)360}$	$\frac{\phi_2 - \phi_1}{(t_2 - t_1)360}$	Four-quadrant arctangent. Maximum likelihood estimator. Optimal at high and low SNR. Slope not signal amplitude dependent. Highest computational burden.

8bis

LEZIONE_SIRA_2016_04_2