

Analisi dei Dati

Elena Cuoco

Una Giornata da ricercatore: 3 Novembre 2011

Cosa cerchiamo in Virgo?

Quello che vogliamo identificare in Virgo è uno spostamento relativo degli specchi sospesi dovuto ad un segnale di onde gravitazionali. Cosa può produrre onde gravitazionali ?

- Una massa *asimmetrica* accelerata

Fenomeni che possono produrre onde gravitazionali rivelabili da strumenti come Virgo devono essere legati a grandi masse, masse più grandi del nostro sole.

Quello che vogliamo rivelare quindi è emissione di onde gravitazionali prodotte da stelle in movimento o da collassi di stelle o da scontri di stelle o stelle e buchi neri.

GW: Segnali Periodici

Sono segnali prodotti da stelle di neutroni rotanti. La caratteristica principale di questo tipo di segnale e' la presenza per un periodo lungo di tempo del segnale con le stesse caratteristiche. E' importante per poterli rivelare acquisire dati stabili per tempi lunghi.

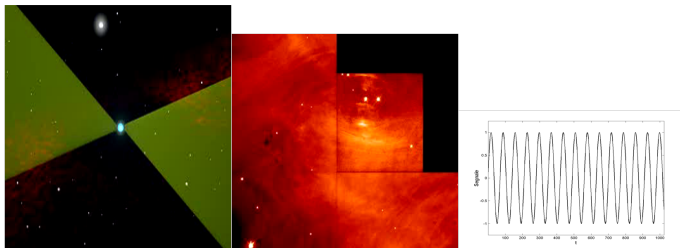


Figure: Pulsars

GW: Segnali Transienti

Un modo generico per indicare tutti quei segnali che hanno una durata temporale limitata. Le loro caratteristiche possono cambiare a seconda del fenomeno fisico che li ha prodotti, come l'esplosione di supernovae o la coalescenza di stelle binarie. Per i segnali generati da supernovae non sono note le forme d'onda

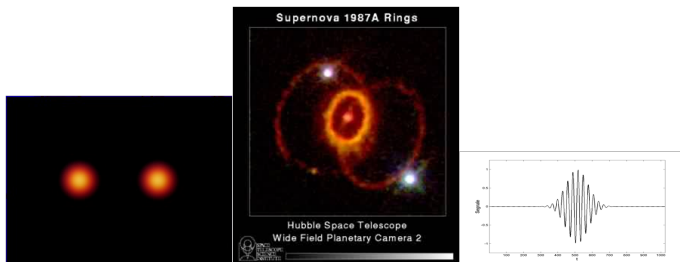
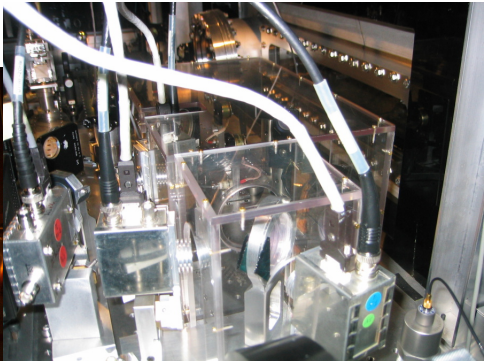
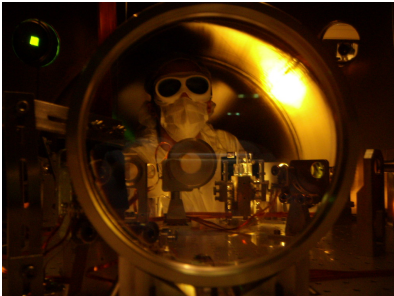


Figure: Supernovae e coalescenti

“Il segnale di Virgo”

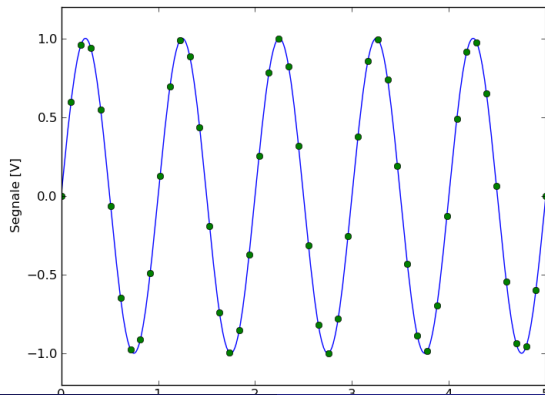
Ma cosa e' esattamente un segnale?

Le variazioni della distanza degli specchi devono essere convertite in un segnale elettrico per poterlo quindi gestire con un sistema elettronico.



Dal segnale analogico al segnale digitale

Il segnale analogico è tempo-continuo ed è necessario convertirlo in un flusso di valori discreti. È quindi necessario definire una frequenza alla quale campionare i valori discreti del segnale analogico. Da un segnale continuo vengono presi campioni a tempi discretizzati $X(t) \rightarrow \dots X(-2T_s), X(-T_s), X(0), X(T_s), X(2T_s)\dots$



Dominio Temporale

Una serie temporale e' una successione di misure ad intervalli regolari di una grandezza fisica

$s_1[0], s_1[1], s_1[2] \dots s_1[k] \dots$ dove $k = 0, \dots, N$.

Il numero di punti presi in un secondo di tempo, rappresenta la *frequenza di campionamento* del segnale.

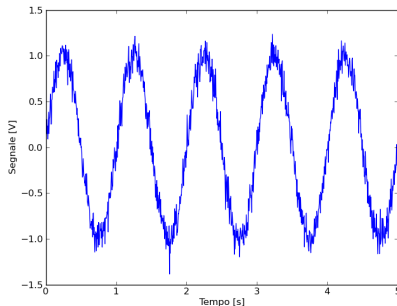
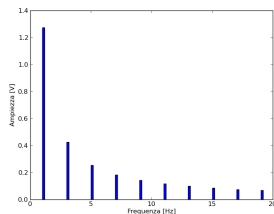
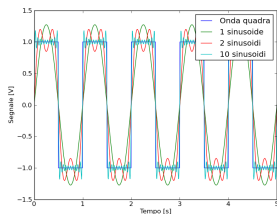


Figure: serie temporale

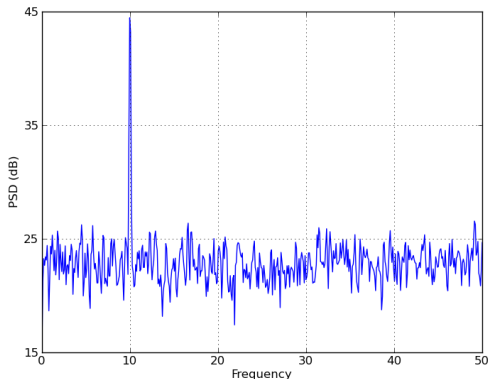
Dominio delle Frequenza

Un teorema matematico (teorema di Fourier) afferma che qualunque funzione periodica di periodo T_0 (di frequenza $f_0 = 1 / T_0$), continua e limitata può essere rappresentata mediante una somma di funzioni sinusoidali pure di opportuna ampiezza e di frequenza multipla della frequenza fondamentale f_0 .



Spettro di potenza

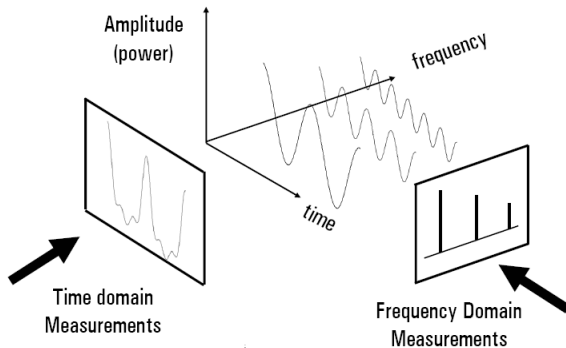
Puo' essere conveniente rappresentare lo stesso segnale in un altro dominio: quello delle frequenze dove i coefficienti che sono proporzionali alla "quantità" di segnale contenuto in ciascuna frequenza. $s1[t] \rightarrow s1[\omega]$



Dominio Tempo-Frequenza

Overview

Frequency versus Time Domain



In una rappresentazione tempo frequenza il segnale viene rappresentato con il suo contenuto sia nel tempo che nella frequenza. In questo tipo di rappresentazione occorre bilanciare le informazioni che possiamo avere nel tempo con quelle in frequenza.

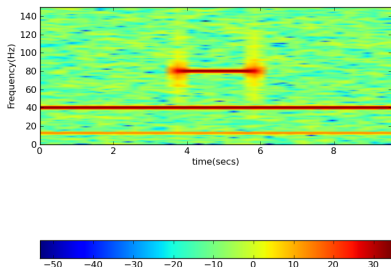


Figure: Dominio Tempo-Frequenza

Cosa significa Analisi dei Dati?

In ogni esperimento di fisica bisogna interpretare i risultati prodotti nell'esperimento per verificare le nostre ipotesi.

Nell'esperimento Virgo il risultato consiste in serie temporali da analizzare.

Noi analizziamo le serie temporali cercando di individuare quello che potrebbe essere un segnale di Onde Gravitazionali prodotto da un evento astrofisico.

Il problema è che questo segnale è debolissimo. Gli algoritmi di analisi dati devono riuscire ad individuare un piccolo segnale in un grande fondo di rumore, prodotto da una serie di fenomeni fisici che sporcano i dati (rumore sismico, rumore acustico, rumore elettromagnetico, etc..)

Segnale rumore

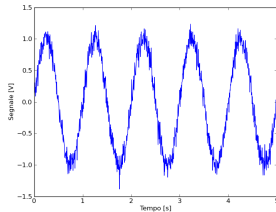
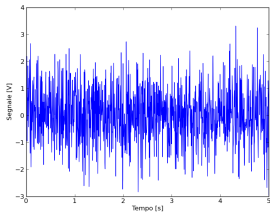


Figure: rumore, segnale+rumore