

Sincronizzazione e orologio di Huygens

Synchronization and Huygens' clock

Candidato: Nicola Panaro

Relatore: Prof. Federico Talamucci (federico.talamucci@math.unifi.it)

La sincronizzazione coinvolge svariati fenomeni in natura, e viene studiata in particolare nel campo della fisica e della biologia. Per sincronizzazione si intende *l'adattamento del ritmo di due o più sistemi* (tipicamente oscillatori) *debolmente interagenti*. Per debolmente interagenti si intende che se uno dei sistemi cessa di muoversi, non deve impedire agli altri di continuare a muoversi. In questo elaborato tratteremo la sincronizzazione di due pendoli accoppiati.

Una delle prime documentazioni scientifiche riguardo l'osservazione del fenomeno di sincronizzazione viene dallo scienziato Christiaan Huygens. Nel XVII secolo nella navigazione marittima erano richiesti orologi sempre più precisi in modo da poter determinare la longitudine a cui si trovavano le navi. L'invenzione di Huygens che portò ad un cronometraggio più preciso, fu l'orologio a pendolo con ganasce cicloidalì. In una sua esperienza Huygens osservò che qualora due orologi a pendolo venivano appesi allo stesso supporto mobile, le oscillazioni dei due pendoli si influenzavano a vicenda. In particolare registrò che l'accoppiamento portava i due pendoli ad una sincronizzazione in antifase, indipendentemente dalle condizioni iniziali. Nel 2002 Bennet *et al.* hanno confermato con un esperimento più accurato quanto già registrato da Huygens. In questo elaborato vogliamo costruire un modello semplice che riesca a riprodurre questo fenomeno di sincronizzazione.

La tesi si articola in tre capitoli, accompagnati da un'introduzione iniziale e un'appendice finale.

- Nel I si introduce il formalismo lagrangiano per costruire il modello ideale del sistema. Una volta scritte le equazioni di moto si discutono le soluzioni per le piccole oscillazioni. Si verifica che approssimazioni di ordine superiore al secondo per le piccole oscillazioni non sono significative per la sincronizzazione.
- Nel II si discute il ruolo di una forza di richiamo elastica nel modello ideale per quanto riguarda la sincronizzazione. Si discute la stabilità del sistema e se ne trovano le soluzioni analitiche per piccole oscillazioni, che non evidenziano alcun fenomeno di sincronizzazione.
- Nel III si analizza un modello che include i vari attriti, in cui si riesce a *verificare per via numerica*¹ *la sincronizzazione in antifase*, che è il tassello principale dell'indagine svolta. Viene invece esclusa la possibilità di riprodurre la sincronizzazione in fase. Si discute la stabilità asintotica del sistema e la dipendenza della sincronizzazione dai diversi parametri presenti nelle equazioni.

¹Per lo svolgimento di queste soluzioni grafiche è stato utilizzato il programma di calcolo MATLAB.