

DA CONSEGNARE AL COORDINATORE DEL CORSO PER LA PRESENTAZIONE DEL DOTTORANDO AL GIUDIZIO DEL COLLEGIO DEI DOCENTI IN VISTA DELL'ESAME FINALE

SCHEMA INFORMATIVA SULLE ATTIVITA' DEL TRIENNIO

Cognome e Nome **Pozzi Nicola**

- Titolo di studio posseduto **Laurea in Ingegneria Meccanica**

conseguito in data **21/10/2014** presso l'Università/Politecnico di **Torino**

- Dottorato di Ricerca in **Ingegneria Meccanica**
- Ciclo **XXX** Anni accademici di riferimento **2014/2015 – 2015/2016 – 2016/2017**
- Dipartimento **DIMEAS (Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale)**
- Coordinatore **Prof. Luigi Garibaldi**
- Tutore **Prof.ssa Giuliana Mattiazzo**
- Titolo della Tesi di Ricerca (in Italiano e/o in Inglese)

Numerical modeling and experimental testing of a Pendulum Wave Energy Converter (PeWEC)

A. DESCRIZIONE DELL'ARGOMENTO DELLA TESI (massimo 20 righe)

L'argomento principale della tesi di dottorato riguarda lo studio, la modellazione e la progettazione di sistemi per la produzione di energia elettrica da moto ondoso. Tali sistemi di conversione sono chiamati Wave Energy Converters (WECs).

Nello specifico, la tesi dottorato si concentra sullo studio di un convertitore galleggiante di tipo inerziale, dove l'estrazione di energia avviene grazie all'oscillazione di un pendolo posto al suo interno (PeWEC: Pendulum Wave Energy Converter).

Nella trattazione vengono riportati lo sviluppo dei modelli fisici e numerici impiegati per la rappresentazione del comportamento dinamico del dispositivo, nonché le attività sperimentali conseguite su prototipi in scala ridotta (1:45) ed intermedia (1:12), necessari per la validazione degli strumenti matematici e della fattibilità della tecnologia.

Infine viene presentato lo sviluppo di una metodologia integrata di progettazione del sistema, con particolare attenzione all'identificazione di una configurazione in scala reale per lo scenario del Mar Mediterraneo. La metodologia è basata sui modelli precedentemente sviluppati e affiancata da un'analisi di tipo tecno-economico.

B. ATTIVITA' DI RICERCA SVOLTA NEL TRIENNIO

B.1 descrizione complessiva e sintetica dell'attività di ricerca

L'attività di ricerca condotta nel triennio è stata orientata allo sviluppo di un convertitore da moto ondoso di tipo passivo, basato sull'oscillazione di un pendolo all'interno di uno scafo galleggiante. Il moto oscillante del pendolo viene sfruttato per l'azionamento di un generatore elettrico. Nello specifico, il convertitore PeWEC (PEndulum Wave Energy Converter) è stato studiato per le condizioni ondose tipiche del Mar Mediterraneo, zona che negli ultimi anni ha acquisito un particolare interesse per lo sfruttamento dell'energia da moto ondoso e in cui si stanno installando i primi prototipi in scala reale.

Durante il primo anno del percorso di dottorato sono stati sviluppati i modelli numerici per la rappresentazione del comportamento dinamico del sistema, considerando sia la rappresentazione semplificata nel dominio delle frequenze, sia nel dominio del tempo con onda ideale regolare. In parallelo, è stato allestito un prototipo in scala 1:45, il quale è stato testato presso il bacino di prova INSEAN di Roma. I test hanno consentito di validare con successo i modelli numerici nel dominio delle frequenze e con parziale successo quelli nel dominio del tempo. È stata inoltre confermata la validità del principio di funzionamento scelto per la conversione di energia.

Successivamente si è proceduto alla progettazione funzionale e strutturale di un prototipo in scala intermedia (1:12). La sperimentazione sul prototipo in scala 1:12 ha consentito di valutare, con un maggior grado di confidenza rispetto al prototipo in scala 1:45, le prestazioni del sistema e la sua dinamica. I test sono stati condotti per un periodo di cinque settimane presso il bacino di prova INSEAN di Roma, sottoponendo il dispositivo a stati ondosi regolari e irregolari.

In questa fase il modello nel dominio del tempo, che aveva presentato diverse lacune, è stato migliorato introducendo effetti idrodinamici non-lineari, forzanti d'onda del secondo ordine e azione delle linee d'ormeggio sullo scafo. I test sperimentali condotti sul prototipo in scala 1:12 hanno permesso di validare con successo il modello nel dominio del tempo sia nel caso di onda regolare che nel caso di onda irregolare.

Nell'ultimo anno del percorso di dottorato, è stata sviluppata una metodologia di progettazione e ottimizzazione del sistema PeWEC, interamente basata sui modelli numerici precedentemente sviluppati e validati. In particolare, le attività di sviluppo di tale metodologia sono state condotte nell'ottica di fornire uno strumento affidabile per progettazione di un prototipo in scala reale.

Nello specifico i tool precedentemente sviluppati sono stati impiegati per la progettazione di un convertitore PeWEC adatto a lavorare nelle condizioni ondose dell'isola di Pantelleria. Tale studio è stato affiancato da una valutazione tecno-economica dell'impianto, offrendo la possibilità di identificare una configurazione di compromesso tra le prestazioni e l'economicità, nonché diversi spunti per ulteriori ottimizzazioni del sistema dal punto di vista dell'industrializzazione.

B.2 argomenti di ricerca specifici affrontati

- Modellazione dell'idrodinamica di corpi galleggianti e della loro interazione con le onde
- Implementazione di modelli Wave-to-Wire per la simulazione del comportamento dinamico di Wave Energy Converters (WEC)
- Progettazione funzionale di WEC galleggianti mediante modelli numerici
- Progettazione meccanica di componentistica assistita da codici CAD 3D e FEM
- Sperimentazione in vasca navale dei dispositivi WEC
- Analisi tecno-economica della tecnologia

B.3 risultati più rilevanti ottenuti nel triennio

- Sviluppo del modello idrodinamico a 3 gradi di libertà con integrazione dell'azione delle linee di ormeggio per uno scafo galleggiante
- Sviluppo del modello Wave-to-Wire per la simulazione della dinamica del dispositivo PeWEC
- Progettazione funzionale, strutturale e realizzazione degli esecutivi per la realizzazione del prototipo PeWEC in scala 1:12
- Sperimentazione in vasca navale dei prototipi PeWEC in scala 1:45 e 1:12
- Sviluppo di una metodologia di progettazione e ottimizzazione del dispositivo PeWEC in scala reale, con integrazione dell'analisi tecno-economica
- Determinazione di un possibile layout per un dispositivo PeWEC in scala reale per lo scenario del Mar Mediterraneo

B.4 collaborazioni di ricerca avute con Università, Centri di ricerca ed Industrie nazionali ed internazionali (specificare il quadro entro cui sono avvenute: contratti di ricerca, periodi di formazione, ecc.)

- Partecipazione alla competizione internazionale Wave Energy Prize (WEP) (bandita dal Department of Energy (DOE) degli Stati Uniti d'America), in collaborazione con Wave For Energy ed MIT (Massachusetts Institute of Technology – Sea Grant Department)
- Periodo di ricerca presso MIT Sea Grant Department, nel periodo Marzo-Luglio 2016, finanziato per mezzo del programma "Bando di Internazionalizzazione"

B.5 ulteriori attività di ricerca (progetti e contratti di ricerca nazionali ed internazionali)

None

B. 6 brevetti conseguenti l'attività di ricerca

None

B. 7 altre attività che si ritengono degne di menzione

None

C. ATTIVITA' DI FORMAZIONE

C.1 partecipazione ad attività interne di supporto alla didattica (specificare su quali corsi, e se eventualmente il dottorando sia stato nominato cultore della materia)

- Esercitazioni di laboratorio per il corso di Meccatronica (Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica) tenuto dal Prof. Massimo Sorli, anno accademico 2016/2017
- Esercitazioni in aula per il corso di Meccanica Applicata (Laurea di primo livello in Ingegneria dei Materiali ed Ingegneria Elettrica) tenuto dalla Prof.ssa Giuliana Mattiazzo, anno accademico 2016/2017

C.2 corsi e seminari più significativi seguiti (interni, esterni, ecc. - indicare solo il tipo ed il numero)

Corsi interni:

- 7 corsi hard skill

- 3 corsi soft skill

C.3 periodi di formazione esterni al Politecnico (tipo di formazione, luogo e durata)

None

D. PUBBLICAZIONI FATTE E IN CORSO (indicarne il numero e il tipo: riviste nazionali ed internazionali, congressi, capitoli libri ecc.)
--

Pubblicazioni fatte:

- 3 articoli su riviste internazionali

- Mauro Bonfanti, Nicola Pozzi, Giuliana Mattiazzo (2017) *Application of a Passive Control Technique to the ISWEC: Experimental Tests on a 1to8 HIL Test Rig*, in International Journal of Applied Engineering Research
- Nicola Pozzi, Giovanni Bracco, Biagio, Passione, Sergej A. Sirigu Sergej, Giacomo Vissio, Giuliana Mattiazzo, Gianmaria, Sannino (2016) *Wave Tank Testing of a Pendulum Wave Energy Converter 1:12 Scale Model*, in International Journal of Applied Mechanics
- Vissio Giacomo, Valério Duarte, Bracco Giovanni, Beirão Pedro, Pozzi Nicola, Mattiazzo Giuliana (2015) *ISWEC linear quadratic regulator oscillating control*, in Renewable Energy, vol. 103, pp. 372-382

- 6 articoli per conferenza

- Bracco Giovanni, Bonfanti Mauro, Scaiola Fabio, Passione Biagio, Pozzi Nicola, Sirigu Sergej Antonello, Mattiazzo Giuliana (2017) *Integration of renewable energy to power public transport at the Island of Pantelleria*, Proceedings of Offshore Energy and Storage 2017, Cape Cod, USA
- Bonfanti Mauro, Sirigu Sergej Antonello, Bracco Giovanni, Passione Biagio, Vissio Giacomo, Pozzi Nicola, Mattiazzo Giuliana (2017) *Application of a Passive Control Technique to the ISWEC*, Proceedings of 12th European Wave and Tidal Energy Conference, EWTEC 2017, Cork, Ireland
- Sirigu Sergej Antonello, Vissio Giacomo, Bracco Giovanni, Dafnakis Panagiotis, Passione Biagio, Pozzi Nicola, Mattiazzo Giuliana (2017) *A performance assessment methodology for floating pitching WEC arrays*, Proceedings of 12th European Wave and Tidal Energy Conference, EWTEC 2017, Cork, Ireland

- Passione Biagio, Pozzi Nicola, Sirigu Sergej Antonello, Bracco Giovanni, Brizzolara Stefano, Mattiazzo Giuliana (2017) *Numerical and Experimental Analysis of Oscillating Fluid Tanks*, Proceedings of The Twenty-seventh (2017) International OCEAN AND POLAR ENGINEERING CONFERENCE, San Francisco, USA
 - Pozzi Nicola, Castino Andrea, Vissio Giacomo, Passione Biagio, Sirigu Sergej Antonello, Bracco Giovanni, Mattiazzo Giuliana (2017) *Experimental evaluation of different hydrodynamic modelling techniques applied to the ISWEC*, Proceedings of 12th European Wave and Tidal Energy Conference, EWTEC 2017, Cork, Ireland
 - Agati, G.; Alikhani, A.; Borello, D.; Bracco, G.; Mattiazzo, G.; Pozzi, N.; Sannino, G.; Rispoli, F.; Vissio, G. (2016) *Assessment Of Loads And Performance Of A Wave Energy Converter For The Mediterranean Sea*, in OSES 2016, Offshore Energy and Storage Symposium and Industry Connector Event, Valletta, Malta, 13-15 July 2016
- 2 posters in convegni di rilevanza internazionale
- Bonfanti M., Sirigu S.A, Bracco G., Passione B., Pozzi N., Vissio G.,; Mattiazzo G. (2017) *Design and operation of the ISWEC full-scale plant at Pantelleria*, Marine Energy Week, Bilbao, Spain, 23-31 March 2017
 - Pozzi Nicola (2017) *Modeling and Testing of a Pendulum Wave Energy Converter*, INORE 2015, Vico Equense, Italy, 23-29 May 2015

Pubblicazioni in corso (under review):

- 3 articoli su riviste internazionali

Data, 06/10/2017

(firma del dottorando)