

## SCHEDA PER LA RELAZIONE ANNUALE DEL DOTTORANDO CICLO XXXIV Anno 2°

- Nome e Cognome **Simone Venturini**
- Dottorato in **INGEGNERIA MECCANICA**
- Dipartimento di appartenenza **Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale (DIMEAS)**
- Coordinatore **Prof. Luca GOGLIO**
- Tutore **Prof. Mauro VELARDOCCHIA**
- Area Culturale di Interesse (in Italiano e Inglese)  
Dinamica del veicolo, modellazione a elementi finiti, fatica multiassiale, analisi modale numerica e sperimentale.  
Vehicle dynamics, finite elements modelling, multi-axial fatigue, numerical and experimental modal analyses.
- Breve descrizione dell'argomento della tesi o dell'Area Culturale di Interesse (massimo 20 righe, in Italiano e Inglese)

L'argomento principale dell'attività di ricerca è la modellazione e validazione sperimentale di componenti meccanici utilizzati nel settore automobilistico, in particolare riguardanti il gruppo ruota. L'obiettivo è realizzare un modello numerico predittivo e robusto per descrivere il comportamento statico, dinamico e a fatica di ruote in acciaio. La ruota in acciaio possiede un ruolo funzionale statico e dinamico con un complesso stato tensionale che dipende dal processo produttivo, dalle condizioni di montaggio e dalle diverse condizioni operative. Il modello numerico, realizzato nel precedente anno accademico, è stato perfezionato all'utilizzo in prove ZWeiAchsige RadPrüfung (ZWARP) caratterizzando l'interfaccia pneumatico-ruota. E' stato introdotto un ulteriore stadio di post-processing ai dati sperimentali, affetti da incertezze nel posizionamento e nell'orientamento delle rosette estensimetriche. Il modello, tarato sulle proprietà dei materiali, sulle specifiche geometriche e sui profili di carico sperimentali ottenuti da prove su banchi di rullatura, flessione rotante e banco biassiale, è stato testato nel suo comportamento dinamico e a fatica su diverse famiglie di ruote confrontando estensimetria e cicli a rottura. Il modello, specifico per una singola tipologia di ruota, verrà generalizzato per l'utilizzo semplificato su diverse famiglie di ruote e pneumatici. La capacità del metodo può essere estesa a profili di carico stradali per una stima in tempo reale dell'affaticamento della ruota. Inoltre, è innovativo lo studio dell'effetto congiunto di pneumatico e ruota flessibili sulla dinamica del veicolo. Un tema parallelo affrontato è lo sviluppo di un sistema innovativo TPMS applicato al rivestimento interno di pneumatici. Tale sensore è incapsulato in un alloggiamento di gomma, soggetto a significative sollecitazioni in condizioni di lavoro. Lo studio di modelli di iperelasticità (Mooney-Rivlin, ecc.) è stato necessario alla progettazione di tale alloggiamento e propedeutico al perfezionamento del suddetto modello predittivo di ruota.

The main topic of research activity is the modeling and experimental validation of mechanical components used in the automotive field, in particular the passenger car wheel. The objective is to develop a robust numerical model in order to describe the static and dynamic behaviour and life assessment of steel wheels. The steel wheel has a static and dynamic functional role with a complex state of stress which mainly depends by production process, mounting conditions and operating conditions. The numerical model, built in the previous academic year, has been improved for ZWeiAchsige RadPrüfung (ZWARP) test by characterising the tire-rim interface. A further post-processing stage has been introduced to consider the uncertainty in experimental data due to strain gages positioning and orientation. The model, calibrated on material properties, geometrical specifications and experimental load profiles obtained from tests on radial, dynamic cornering and biaxial tests, has been tested on different wheel families by comparing extensimetry and life cycles. The model, specific to a single wheel typology, will be generalised for simplified use on different wheels and tires families. The capability of the method can be extended to road load profiles for real-time estimation of wheel fatigue. Moreover, the tire and wheel flexibility effect on vehicle dynamics is innovative. Contemporarily, the development of innovative TPMS system applied to the tire inner liner is performed. This sensor is encapsulated in a rubber housing and is subjected to significant stresses in working conditions. The study of hyperelasticity models (Mooney-Rivlin, etc.) was necessary for the design of the housing and preparatory to the improvement of the aforementioned wheel predictive model.

- Attività di formazione svolta nell'anno (corsi, seminari, etc.); per ogni attività specificare natura, durata e sede
  - [01UJJRO] "Automotive transmissions (manual, non-manual and hybrid)", – Corso di 3° Livello – Hard skill – 20 ore – Politecnico di Torino;
  - [01RGRV] "Optimization methods for engineering problems", – Corso di 3° Livello – Hard skill – 30 ore – Politecnico di Torino;
  - [01UJQRO] "Trasmissioni planetarie ad alte prestazioni", – Corso di 3° Livello – Hard skill – 12 ore – Politecnico di Torino;
  - [01UNVRO] "Navigating the hiring process: CV, tests, interview", – Corso di 3° Livello – Soft skill – 2 ore – Politecnico di Torino;
  - "Siemens – Live Webinar Misura di Potenza Acustica", – Seminario – 1 ora – Online webinar;
  - "Kistler – Advanced vehicle development with Kistler testing solutions", – Seminario – 1 ora – Online webinar.

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)
- 

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad Attività interne di supporto alla didattica nell'anno (specificare su quali corsi, e se eventualmente il Dottorando sia stato nominato Cultore della Materia)
  - [05BPGNE] Corso di "Meccanica del veicolo", tutorato in laboratorio, 12 ore;
  - [07BOTLN] Corso di "Meccanica applicata alle macchine" - DeXpiLab, esercitazioni in laboratorio, 18 ore.

- Eventuali soggiorni presso altri Centri di Ricerca nell'anno
- 

- Eventuali collaborazioni con imprese nell'anno
  - Attività di ricerca con Magnetto Wheels Italia S.r.l.
  - Attività di ricerca con Prometeon Tyre Group S.r.l.

- Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando

International Journal Papers:

- **Venturini S.**, Bonisoli E., "Design of a spherical pendulum didactic test rig", *International Journal of Mechanics and Control*, 19(1), 2018, pp. 69-76, ISSN: 1590-8844.

Book Chapters:

- Bonisoli E., Rosso C., **Venturini S.**, Rovarino D., Velardocchia M., "Improvements on design and validation of automotive steel wheels", *Advances in Mechanism and Machine Science, Proceedings of the 15th IFToMM World Congress on Mechanism and Machine Science*, Vol. 73, 2019, pp. 1639-1649, ISBN: 978-3-030-20130-2.
- **Venturini S.**, Bonisoli E., Rosso C., Rovarino D., Velardocchia M., "Modal analyses and meta-models for fatigue assessment of automotive steel wheels", *Model Validation and Uncertainty Quantification Vol. 3, Proceedings of the 38th IMAC, A Conference and Exposition on Structural Dynamics, Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series*, 520 pp., Ch. 17, 2020, Springer, ISSN: 2191-5644.

International Conference Papers:

- Iuso G., Virone G., Cafiero G., Bonisoli E., Lisitano D., **Venturini S.**, "Aeroelastic-structural coupling in antenna prototype for windy open-space", *8th International Conference on Computational Methods for Coupled Problems in Science and Engineering, Coupled Problems 2019*, 2019, Sitges, Barcelona, Spain, June 3-5, pp. 481-492.

- Rovarino D., Actis Comino L., Bonisoli E., Rosso C., **Venturini S.**, Velardocchia M, Baecker M., Gallrein A., "A methodology for automotive steel wheel life assessment", *SAE Technical Paper*, 2020-01-1240, 2020, pp. 1-10, DOI: 10.4271/2020-01-1240.
- Rovarino D., Actis Comino L., Bonisoli E., Rosso C., **Venturini S.**, Velardocchia M, Baecker M., Gallrein A., "Hardware and virtual test-rigs for automotive steel wheels design", *SAE Technical Paper*, 2020-01-1231, 2020, pp. 1-19, DOI: 10.4271/2020-01-1231.

Torino, 16/09/2020

\_\_\_\_Mauro Velardocchia\_\_\_\_  
Firma del Tutore

\_\_\_\_Simone Venturini\_\_\_\_  
Firma del Dottorando

Il Coordinatore  
\_\_\_\_Luca Goglio\_\_\_\_