

Rotorkühlung von trägheitsarmen Asynchronmaschinen für hochdynamische Anwendungen

DFG HO 1483/86-1, FR 593/19-1: 2023 – 2026

Gemeinsam mit

TU Dresden, Lehrstuhl für Strömungsmechanik, Prof. Fröhlich

Kurzfassungen:

Hochdynamische elektrische Asynchronmaschinen, wie sie in Prüf- und Produktionsanlagen eingesetzt werden, zeichnen sich durch extrem häufige Drehmomentwechsel aus, wobei ein Zyklus auch nur eine einzige Umdrehung umfassen kann. Dafür ist konstruktiv ein niedriges Trägheitsmoment erforderlich, und vor allem muss die gegenüber anderen Maschinen massiv erhöhte Verlustwärme sicher abgeführt werden. Ziel des Projekts ist die Untersuchung eines neuartigen Radialkühlungssystems, mit dem Rotor und Stator durchströmt und auf diese Weise intensiv gekühlt werden. Dabei sind Rotor- und Statorkanäle über den Spalt gekoppelt, und die Strömung durch den Rotor erfolgt mit vollständiger Richtungsumkehr, was zu komplizierten Phänomenen führt. Zweitens ergeben sich durch die neuartige Bauweise und den hochdynamischen Betrieb elektromechanische wie thermische Verhältnisse, die verstanden und beherrscht werden müssen. Die Untersuchung der Interaktion zwischen konstruktiven, elektromechanischen, wärmetechnischen, strömungsmechanischen und anwendungsbestimmten Aspekten erfordert einen disziplinübergreifenden Ansatz, der durch die Kooperation der beiden Antragsteller realisiert wird. In detailliert abgestimmter Weise werden methodischen Werkzeuge aus dem Bereich der elektrischen Maschinen und aus dem Bereich der Strömungsmechanik miteinander kombiniert, um Phänomene auf unterschiedlichen Längenskalen zu untersuchen. Dies reicht von einem Scheibenmodell als Referenzexperiment, ergänzt um Detailsimulationen der Strömung, bis hin zu einem Netzwerkmodell einer Beispielmachine, das im Sinne eines numerischen Demonstrators die Bewertung des Konzepts erlaubt. Ziel dieses Grundlagenprojekts ist das detaillierte Verständnis der mit dem neuartigen Kühlkonzept verbundenen multi-physikalischen Phänomene, eine Gesamtbewertung und eine klare Aussage über Anwendungsperspektiven für den industriellen Einsatz.

Highly dynamic electric asynchronous machines, such as those used in testing and production facilities, are characterized by extremely frequent torque changes, where a cycle may also comprise a single revolution only. This requires a construction with a low moment of inertia, and above all, the massively increased heat loss compared to other machines must be safely removed. The aim of the project is to investigate a new cooling system with air radially guided through rotor and stator providing such an intense heat removal. Rotor and stator channels are coupled via the gap, and the flow through the rotor occurs with complete reversal of direction, which leads to complicated phenomena. Second, the novel design and the highly dynamic operation result in complex electromechanical conditions that must be understood and controlled as well. The investigation of the interaction between design, electromechanical, thermal, fluid mechanical and application-determined aspects requires a cross-disciplinary approach, which is realized by the collaboration of the two applicants. Methodical tools from the field of electrical machines and from the field of fluid mechanics are combined in a thoroughly coordinated manner to investigate phenomena on different length scales. This ranges from a disk model as a reference experiment, supplemented by highly resolving simulations of flow details, to a network model of an example machine, which allows the evaluation of the concept in the sense of a numerical demonstrator. The aim of this fundamental project is to gain a detailed understanding of the multi-physical phenomena associated with the novel cooling concept, an overall evaluation, and a clear statement on application perspectives for industrial use.