

# THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 641

*Mathématiques et Sciences et Technologies du numérique,  
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : Génie électrique

Par

« **Amir Hossein BORHANI** »

« **Modélisation thermique pour le dimensionnement des alternateurs de fortes puissances en condition d'échange thermique 3-D** »

Thèse présentée et soutenue à « Saint Nazaire », le « 18/12/2025 »

Unité de recherche : Laboratoire IREENA

## Rapporteurs avant soutenance :

Frédéric GILLON  
Smaïl MEZANI

Professeur des universités, Ecole Centrale de Lille  
Maître de conférences HDR, Université de Lorraine

## Composition du Jury :

*Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse*

Examineurs : Sami HLIOUI  
Lamia BELGUERRAS  
Dir. de thèse : Nicolas BERNARD  
Co-dir. de thèse : Guillaume WASSELYNCK

Professeur des universités, Cergy Paris Université  
Maître de conférences, Université de Lorraine  
Professeur des universités, Nantes Université  
Maître de conférences HDR, Nantes Université

## Invité(s)

Thomas Verchère

Chef de projet, NIDEC LEROY SOMER

**Titre :** Modélisation thermique pour le dimensionnement des alternateurs de fortes puissances en condition d'échange thermique 3-D.

**Mots clés :** modélisation thermique, modèle à réseau de résistances, écoulement axial, événements, alternateurs à pôle saillant.

**Résumé :** Cette thèse a pour objectif de développer un outil d'aide au dimensionnement des alternateurs synchrones à pôles saillants et à excitation bobinée de forte puissance ( $>10$  kVA), avec présence d'évents et refroidissement par circulation d'air forcé dans l'entrefer. Cet outil vise à calculer les températures dans l'alternateur, en particulier sur les points chauds comme les bobinages du stator et du rotor, afin de prévenir tout dépassement de température admissible par le système d'isolation, et ainsi prolonger la durée de vie des alternateurs. Les différentes pertes dans une machine électrique sont présentées. Les valeurs de ces pertes, constituant les entrées du modèle thermique 3D développé, proviennent d'essais expérimentaux.

La modélisation thermique présentée est basée sur l'approche à réseau de résistances thermiques. Ce modèle a été validé à partir des données expérimentales fournies par la société Nidec Leroy Somer. Il met en évidence l'importance de modéliser finement la convection axiale dans l'entrefer, le canal extérieur et les têtes de bobine.

**Title :** Thermal modeling for the sizing of high-power alternators under 3-D thermal exchange conditions.

**Keywords :** thermal modeling, thermal resistance network, axial flow, vents, salient-pole alternators.

**Abstract:** This thesis aims to develop a tool to assist in the sizing of high-power ( $>10$  kVA) salient-pole synchronous alternators with wound excitation, featuring vents and forced air circulation cooling in the air gap. This tool is intended to calculate temperatures within the alternator, particularly at hot spots such as the stator and rotor windings, in order to prevent any exceeding of the permissible temperature of the insulation system, thereby extending the lifespan of the alternators. The various losses in an electrical machine are presented. The values of these losses, which serve as inputs to the developed 3D thermal model, come from experimental tests.

The presented thermal modeling is based on the thermal resistance network approach. This model was validated using experimental data provided by Nidec Leroy Somer. It highlights the importance of accurately modeling axial convection in the air gap, the outer channel, and the coil heads.