

Masterarbeit

Physik-geführte neuronale Netze zur datengestützten Vorhersage von Kontaktschweißungen

Kontext:

Das Fachgebiet Energieeinsatzoptimierung forscht im Bereich des maschinellen Lernens zur Modellierung von multimodalen Energieversorgungssystemen und das Fachgebiet elektrische Geräte und Anlagen im Bereich des maschinellen Lernens zur Vorhersage von Schaltversagen an Schaltgeräten der Niederspannungsinstallationen. In elektrischen Systemen finden elektromagnetische Relais ein breites Anwendungsfeld. Gerade bei sicherheitskritischen Systemen in der Energietechnik spielt die Schätzung des Verschleißzustandes der elektromagnetischen Relais eine entscheidende Rolle. Die Modelle zur Beschreibung sind aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren und der zugrundeliegenden physikalischen Vorgänge komplex. Durch die Aufnahme einer Vielzahl von Messdaten kann die Vorhersage durch maschinelle Lernverfahren umgesetzt werden. Jedoch ist bei sicherheitskritischen Anwendungen der Black-Box-Charakter der Modelle problematisch. Physik-geführte neuronale Netze (PGNN) zeigen eine Reihe von vielversprechenden Ergebnissen und eröffnen den Weg für maschinelles Lernen, durch Einbindung der leistungsstarken Fähigkeit der mathematischen Physik, zur exakten Modellierung von elektrischen Betriebsmitteln. PGNN haben in jüngsten Untersuchungen gezeigt, dass diese in der Lage sind, alle zugrunde liegende physikalischen Gesetze zu erfassen, die einen gegebenen Datensatz inhärieren und durch bspw. partielle Differentialgleichungen beschrieben werden können.

Aufgabe:

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen dieser Arbeit PGNN eingesetzt werden, um das Schaltversagen (Verschweißen der Kontakte) an Schaltgeräten der Niederspannungsinstallationen vorherzusagen. Für die Untersuchungen sind die exakten physikalischen Beschreibungen der Betriebsmittel aufzuarbeiten und die entsprechenden Gleichungen herzuleiten. Die Messdaten von Spannung, Strom, Widerstand und Leistungen sind mittels geeigneter Verfahren auf Abhängigkeiten untereinander sowie mit der Zielgröße (Schweißkraft) zu untersuchen. Auf Grundlage der datenwissenschaftlichen Untersuchungen und den physikalischen Beschreibungen sind Physik-geführte neuronale Netze zur Vorhersage des Schaltversagens zu erstellen und mit etablierten physikalischen Methoden sowie maschinellen Lernverfahren zu vergleichen.

Dabei ist die Bearbeitung folgender Untersuchungspunkte wünschenswert:

- 1) Recherche zum aktuellen Stand des Wissens zum Thema Schaltversagen an Schaltgeräten von Niederspannungsinstallationen
- 2) Kritische Untersuchung der Anwendungsmöglichkeiten der mathematisch-physikalischen Beschreibungsformeln für das Verschweißen von schaltenden elektrischen Kontakten
- 3) Analyse der bereitgestellten Messdaten auf Abhängigkeiten (linear und nichtlinear)
- 4) Entwurf und Konzeption der Modelle (Physikalisch, datenwissenschaftlich und deren Kombination)
- 5) Umsetzung der Modelle in Python/ Pytorch
- 6) Simulative Untersuchungen der Modelle und Vergleich der Verfahren
- 7) Auswertung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse
- 8) Ggf. Erstellung eines wissenschaftlichen Posters/ einer wissenschaftlichen Veröffentlichung

Verantwortlicher Hochschullehrer EEO:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider
E-Mail: peter.bretschneider@tu-ilmenau.de

Verantwortlicher Hochschullehrer EGA:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Berger
E-Mail: frank.berger@tu-ilmenau.de

Verantwortlicher Betreuer EEO:

M. Sc. Silas Selzer
E-Mail: silas-aaron.selzer@tu-ilmenau.de