

# Entwicklung eines wissensbasierten Unterstützungssystems zur Auslegung servohydraulischer Linearantriebe

## Zusammenfassung

Diese Arbeit leistet einen Beitrag zur Nutzbarmachung des existierenden Wissens über die Auslegung ventilgesteuerter servohydraulischer Linearantriebe. Dies erfolgt durch ein wissensbasiertes Unterstützungssystem-Rahmenwerk, das zum einen auf die Aufarbeitung und Bereitstellung des Wissens in einer Wissensbasis abzielt, zum anderen auf die Entwicklung geeigneter Werkzeuge für die Speicherung und Organisation des Wissens und den Zugriff darauf. Hauptanwendungsfälle sind die Nutzung des hinterlegten Wissens zur Auslegung eines geregelten hydraulischen

Zylinderantriebs durch den Anwender sowie die Bereitstellung von Auslegungswissen durch den Experten.

Auf Basis von Literaturrecherchen und Expertenbefragungen wird das Fachwissen anwendungsorientiert aufbereitet. Unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte statische Leistungsgrenzen, Genauigkeit, Dynamik und Stabilität werden sukzessive die offene Steuerkette, der geschlossene Regelkreis und insbesondere mögliche Regelungsansätze analysiert und diskutiert. Die Entwicklung einer Auslegungsmethodik in Verbindung mit dem aussagekräftig dargebotenen Wissen liefert ein kompaktes, praxisorientiertes Projektierungshilfsmittel. Zwei Varianten dieser Methodik werden vorgestellt: Variante 1 dimensioniert Zylinder und Ventil, ausgehend von der systematischen Erfassung der Systemspezifikationen, als Hauptkomponenten nach dem statischen Kennlinienfeld. Variante 2 bezieht die Ventildynamik als Freiheitsgrad in die Auslegung ein. Beide Varianten schließen mit einer Bewertung der gefundenen Systemlösungen ab, die letztendlich eine prioritätsorientierte

Auswahl erlaubt. Dazu kommen die Prinzipien der Pareto-Optimalität sowie der gewichteten aggregierten Zielfunktion zum Einsatz.

Grundlage für die Nutzbarmachung und die Nutzung des Fachwissens ist die eingeführte

Systematik der Wissensrepräsentation mit der Unterscheidung von analytischem und synthetischem Wissen. Für die Realisierung der Wissensbasis spielen die Prinzipien der Modularisierung und der objektorientierten Modellierung eine wesentliche Rolle. Das Ergebnis der Entwicklung ist ein Unterstützungssystem-Rahmenwerk mit drei Hauptkomponenten: das Expertensystem HyDDAs (Hydraulic Drive Design Assistant), der Ontologie-Editor Protégé und der grafische Konstrukt-Editor GraCE. Gestützt auf die Expertensystem-Shell CLIPS wird innerhalb einer modularen Architektur eine flexible Plattform geschaffen, die ohne Programmierkenntnisse

an nahezu beliebige technische Aufgabenstellungen anpassbar bzw. erweiterbar ist.

Eine relative Validierung für den Anwendungsfall „Auslegung durch Anwender“ wird anhand des Vergleichs von Testfällen mit deren realen Lösungen durchgeführt, und es wird ein solcher Testfall als Beispiel vorgestellt.

# **Development of a Knowledge-based Assistance System for the Design of Servohydraulic Linear Actuators**

## Abstract

The work being presented is an effort to harness the existing knowledge on the design of valve-controlled servohydraulic linear actuators. Its contribution is comprised of a knowledge-based assistance system framework that aims at compiling and providing the knowledge in a knowledge base as well as developing suitable tools for storage and organisation of and access to this knowledge. The main use cases are the utilisation of the knowledge by customers or end users for the design of closed-loop controlled actuator systems and the disclosure of design knowledge by domain experts.

Based on literature surveys and expert interviews, the domain knowledge is processed and prepared for use in industrial applications. Both open and closed control loops as well as appropriate control strategies are analysed and discussed with particular respect to static performance limits, accuracy, dynamics and stability.

The development of a design methodology in conjunction with the prepared knowledge results in a compact, practical engineering tool. Two variants of this methodology are proposed: in the first option, the key components cylinder and valve are sized according to the static operating envelope, after systematic elicitation of the system specifications. The second option includes the valve bandwidth as an additional degree of freedom in the design process. Both variants end with an evaluation of the created system solution set, which finally allows for a prioritydriven selection of the most suitable solution. In this last step, the approaches of Pareto optimality and weighted aggregate objective function are employed.

The proposed system of knowledge representation with distinction of analytic and synthetic knowledge facilitates access to and utilisation of the domain knowledge. The principles of modularisation and object-oriented modelling play an essential role in the implementation of the knowledge base and the associated expert system. The product of this development approach is an assistance system framework encompassing

three main components: the core expert system, HyDDAs (Hydraulic Drive Design Assistant); an ontology editor, Protégé; and a graphical construct editor, GraCE. Based on the CLIPS expert system shell, a flexible platform is created within a modular architecture that is modifiable and adaptable to nearly any arbitrary technical problem.

A relative validation of the use case „design carried out by end user“ is conducted by means of comparisons of test cases with their real solutions. One of these test cases is demonstrated as an example.