

Modellunsicherheit und digitale Zustandsregelung eines hydrostatischen Getriebes

Doctoral Thesis

Author(s):

Del Re, Luigi

Publication date:

1990

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000584881>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

DISS. ETH Nr. 9064

Modellunsicherheit und digitale Zustandsregelung eines hydrostatischen Getriebes

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels
eines Doktors der technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

LUIGI DEL RE

Dipl. El.-Ing. ETH

geboren am 19. Juli 1957

aus Italien

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. W. Schaufelberger, Referent

Prof. Dr. B. Chaix, Korreferent

13.6.90

W. Schaufelberger

1990

Abstract

The future of hydraulic drives seems to depend to a great extent from the enhancement of their dynamical characteristics. In this context, there is an increased interest for digital state control of hydraulic drives. Such controllers are normally designed on the basis of a good model. However, hydraulic drives are usually very complex systems, and an exact description requires a considerable effort. It is therefore interesting to consider the consequences of using more easily developed models.

The present work discusses the implications of an unexact model used to design a state variable control system. The study is focused on an actual plant, and discusses only linear, digital controllers with fixed coefficients. Three modelling approaches are compared: a classical modelling approach, based on both previous information and extensive measurements, a black-box approach, using only measurements, and the nominal value model, based only on the information obtained from the suppliers, without any measurement data.

The first part describes the background of the problem, the plant, the general principle of the identification, the state-of-the-art and the model of the plant according to a classical approach. The second part deals with the linear system representation, the black-box-approach, the nominal value model and the analysis of possible model reduction techniques. Part three presents first a PID-Controller for comparison purposes, then the state space controllers are explained and the corresponding measures and comparisons shown.

Concluding, it can be stated, as expected, that an increased suitability of the model for simulation purposes and machine design follows from a greater modelling effort. However, the same does not hold when the model is used for the design of a control system of the class we consider: the performance differences among controllers based on the different models are not significant, and a greater difference is found between controllers based on the same model but different design procedures. This can be explained by the poor use of the model information by these controllers, and means that model and control system complexity may not be considered as two separated problems. The optimization of the control system design approach - for instance, as a robust control - should be given priority to the optimization of the model.

Zusammenfassung

Die Zukunft der hydraulischen Antriebe scheint zu einem grossen Teil von der Verbesserung der dynamischen Eigenschaften abzuhängen. In diesem Zusammenhang gibt es ein zunehmendes Interesse für die digitale Zustandsregelung hydraulischer Antriebe. Solche Regler werden normalerweise auf Grund eines guten Modells entworfen. Hydraulische Antriebe sind aber in der Regel sehr komplexe Systeme, und eine genaue Modellierung bedingt einen beträchtlichen Aufwand. Es ist deshalb von Interesse, die Folgen des Gebrauches einfacher zu ermittelnder Modelle zu untersuchen.

Diese Arbeit behandelt die Frage nach den Folgen eines ungenauen Modells auf das Verhalten des daraus entwickelten Regelkreises. Die Untersuchung geht von einer konkreten Anlagen aus, und behandelt nur digitale, lineare Regler mit festen Koeffizienten. Verglichen werden drei Modellierverfahren: ein klassisches Modellierverfahren, auf Grund von Vorinformation und eingehender Messungen, die 'Black-Box'-Modellierung, nur auf Grund von Messungen, und die Nominalwertmodellierung, auf Grund der Konstruktionsangaben ohne Messdaten.

Im ersten Teil werden Hintergrund und Problem beschrieben, die Anlage präsentiert, die allgemeinen Prinzipien der Identifikation, den Stand der Arbeit und die Modellierung der Anlage nach einem klassischen Verfahren beschrieben. Das zweite Teil befasst sich mit der linearen Darstellung des Systems, mit der Black-Box-Ermittlung, mit dem Nominalwertmodell und mit der Analyse möglicher Modellreduktionen. Zu Vergleichszwecken wird im dritten Teil zuerst ein PID-Regler verwendet, danach wird das Prinzip der verwendeten Zustandsregler erläutert und die entsprechenden Messungen und Vergleiche gezeigt.

Als Schlussfolgerungen kann wie erwartet gesagt werden, dass ein grösserer Modellieraufwand zu einer besseren Eignung der Modelle für Simulations- und Konstruktionszwecke führt. Dies gilt aber nicht, wenn die Modelle für den Entwurf eines Reglers der hier betrachteten Klasse verwendet werden: die Leistungsunterschiede unter Reglern mit verschiedener Modellgrundlage sind nicht bedeutend, und grössere Unterschiede werden unter Regler mit der selben Modellgrundlage aber verschiedenem Entwurfsverfahren festgestellt. Dies kann durch den ungenügenden Gebrauch der Modellinformation durch diese Regler erklärt werden und bedeutet dass Modell- und Reglerkomplexität nicht als getrennte Probleme betrachtet werden dürfen. Die Optimierung der Reglerentwurfsmethode - z.B. eines robusten Reglers - sollte Priorität vor der Optimierung des Modells erhalten.