



Doctoral Thesis

## Decentralized control of n-channel systems

**Author(s):**

Fessas, Procopios Savas

**Publication Date:**

1979

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000184789> →

**Rights / License:**

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

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No 6431

DECENTRALIZED CONTROL OF N-CHANNEL SYSTEMS

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of  
Doctor of Technical Sciences

presented by  
Procopios Savas Fessas  
born on the 27th September 1950  
Greek citizen

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. M. Mansour, referee  
Prof. Dr. W. Schaufelberger, co-referee

1979

## S U M M A R Y

The present work deals with the decentralized control (D-control) of linear, interconnected systems (local systems). Each such local subsystem possesses its own control and measurement unit, and it is asked under what conditions is it possible to control the global system through its local subsystems only. In this context two fundamental problems are defined, the D-controllability and D-observability, the study of which, for the case of two interconnected systems, builds the major part of the work.

First, the solution of the initial problem posed is presented in the framework of the geometric system theory (GST), in terms of the so-called complete systems. Choosing a suitable basis of the state space permits to describe analytically the  $(A,B)$ -invariant subspaces - a central object of the GST-, and gives an alternate description of the conditions implied by the complete systems.

Next, the problems of the D-controllability and the D-observability are treated in purely algebraic terms, with the methods of the system theory in the operator-frequency domain. The solution thus found is shown to be equivalent to that implied by the completeness. Further, the form of this solution permits to give an interpretation of the D-controllability as a problem of the connective controllability of two systems.

Finally, the general case of an arbitrary number of interconnected systems is treated. A suitable definition of the graph of an interconnected system permits to analyze graph theoretically the structure of such a system. This, together with a generalization of the previously presented results, solves the initial problem posed.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der dezentralisierten Regelung (D-Regelung) linearer, zusammengesetzter Systeme (lokale Systeme). Jedes solches lokales Untersystem besitzt seine eigene Steuer- und Messeinrichtung, und es wird gefragt unter welchen Bedingungen ist es möglich das globale System nur aus den lokalen zu regeln. Zwei fundamentale Probleme werden in diesem Zusammenhang definiert, die D-Steuerbarkeit und die D-Beobachtbarkeit, die Untersuchung welcher, für den Fall von zwei gekoppelten Systemen, den grössten Teil der Arbeit bildet.

Zuerst wird die Lösung des ursprünglichen Problems im Rahmen der geometrischen Systemtheorie (GST) präsentiert, mit Hilfe der sogenannten vollständigen Systeme. Die Wahl einer geeigneten Basis des Zustandsraumes erlaubt die analytische Beschreibung der (A,B)-invarianten Räumen -eins von den zentralen Objekten der GST- und gibt eine alternative Beschreibung der Bedingungen welche die vollständigen Systeme erfüllen müssen.

Nächstens werden die Probleme der D-Steuerbarkeit und der D-Beobachtbarkeit mit algebraischen Methoden behandelt, d.h. im Rahmen der Systemtheorie im Operator-Frequenz Bereich. Die so erhaltene Lösung ist äquivalent zu derjenigen die von der Vollständigkeit impliziert ist. Ferner, die Form dieser Lösung erlaubt auch die Interpretation der D-Steuerbarkeit als ein Problem der Steuerbarkeit der Zusammensetzung von zwei Systemen.

Schliesslich wird der allgemeine Fall einer beliebigen Anzahl zusammengesetzter Systeme behandelt. Eine geeignete Definition des Graphen eines zusammengesetzten Systems erlaubt die Analyse der Struktur eines solchen Systems mit graphtheoretischen Methoden. Das, zusammen mit einer Verallgemeinerung der früher präsentierten Resultate, löst das ursprüngliche Problem.