



Doctoral Thesis

An algorithmic approach to singular perturbation problems in ordinary differential equations with an application to the Belousov-Zhabotinskii reaction

Author(s):

Nipp, Kaspar

Publication Date:

1980

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000218032> →

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 6643

**An Algorithmic Approach to Singular Perturbation
Problems in Ordinary Differential Equations with
an Application to the Belousov-Zhabotinskii Reaction**

A DISSERTATION
submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE
of
TECHNOLOGY ZURICH
for the degree of
Doctor of Mathematics

presented by
KASPAR NIPP
Dipl. Math. ETH
born March 5, 1949
citizen of Liechtenstein

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. P. Henrici, refereee
Dr. J. Waldvogel, co-referee

1980

ABSTRACT

An algorithm is presented for systematically solving a large class of singular initial value problems. A correspondence between a system of differential equations containing the small parameter ϵ and a convex polyhedron is introduced. This allows to find the principal scales involved and thus to construct a formal approximation to the solution of a singular initial value problem in a straightforward way.

Moreover, three approximation theorems are proved which allow to verify that a formal approximation is an approximation in a rigorous mathematical sense.

The main application of the algorithm is to the Belousov-Zhabotinskii reaction. An approximation to the relaxation oscillation of the Field-Noyes model of this chemical reaction is constructed, and its period is approximately determined.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Algorithmus wird hergeleitet, der es ermöglicht, eine grosse Klasse von singulären Anfangswertproblemen auf systematische Weise zu lösen. Dabei wird einem Differentialgleichungssystem, das den Störparameter ϵ enthält, ein konvexes Polyeder zugeordnet. Dies erlaubt es, die wesentlichen Skalierungen zu finden und so eine formale Approximation zur Lösung des betrachteten singulären Anfangswertproblems zu konstruieren.

Des Weiteren werden drei Abschätzungssätze bewiesen, die dazu dienen zu verifizieren, dass eine erhaltene formale Approximation eine Approximation ist in einem strengen mathematischen Sinne.

Die Hauptanwendung des Algorithmus betrifft die Belousov-Zhabotinskii-Reaktion. Es wird eine Approximation zur Relaxationsschwingung des Field-Noyes-Modells konstruiert und deren Periode näherungsweise bestimmt.