

doc_1		doc_2		decision	id
authors	<ul style="list-style-type: none">Ayats LÃ³pez, Roger	authors	<ul style="list-style-type: none">Ayats LÃ³pez, Roger		
title	Exact coherent structures in the transitional regime of shear and centrifugal flows	title	Exact coherent structures in the transitional regime of shear and centrifugal flows		
publication_date	2022-04-22 00:00:00	publication_date	2022-04-22 00:00:00		
source	SupportedSources.CORE	source	SupportedSources.CORE		
journal		journal			
volume		volume			
doi	None	doi	None		
urls	<ul style="list-style-type: none">https://core.ac.uk/download/532364810.pdf	urls	<ul style="list-style-type: none">https://core.ac.uk/download/534165293.pdf		
id	id3552684575688056857	id	id-7882954314288752523		

cases		Tesi en modalitat de compendi de publicació de Turbulence is one of the major concerns for most technological problems involving fluid motion. Specially in aeronautics, a turbulent boundary layer results in structural stresses, vibrations and higher aircraft drag, leading to a significant increase in fuel consumption. Therefore, trying to comprehend the origin of turbulence by studying its most common transition routes is a crucial first step towards its effective control. Transition to turbulence of an homogeneous flow is frequently mediated by transient visits to highly nonlinear laminar coherent structures that usually are at the threshold between laminarity and turbulence. From a dynamical systems point of view, these structures are invariant sets in the infinite-dimensional Navier-Stokes phase space that here we aim to identify in different canonical flows. With the use of direct numerical simulations together with Newton-Krylov solvers and Arnoldi iteration method for the linear stability analysis, invariant sets such as equilibria, relative equilibria or periodic orbits are accurately computed and tracked along the parameter space to understand the transition mechanisms. From a mathematical perspective, dynamical systems and bifurcation theory provide the suitable framework to understand the hydrodynamic instabilities and transition to turbulence from a deterministic point of view. In addition, the use of spectral methods for the spatial discretisation is particularly convenient due to the exponential convergence of the numerical solutions. In the first work, the onset of transition in two-dimensional Plane Poiseuille flow is analysed. A new family of Tollmien-Schlichting waves, breaking the usual half-shift and reflect symmetry of the classical ones, has been identified and tracked across parameter space. In addition, the role of another classical travelling wave family that did not participate in the localisation mechanisms has been clarified. We continue by analysing the nonlinear mode competition in purely hydrodynamic and also magnetised Taylor-Couette flow. Finite-amplitude mixed-mode solution branches, arising from both purely hydrodynamic and magneto-rotational instabilities, are identified. These nonlinear mode interactions are efficiently computed in suitable skewed computational domains instead of the classical orthogonal ones, allowing for a significant reduction of the required computational resources. Finally, the generalisation of extensional flows between biorthogonally stretching-shrinking parallel plates is analysed. Under the assumption of the self-similar ansatz, three-dimensional steady equilibria of the Navier-Stokes equations are identified and systematically tracked in parameter space, to cover all possible configurations of the acceleration rates and thus unfold all occurring bifurcations. After the explorations, up to seven different families of steady solutions have been identified, some of them related in pairs with symmetries. When increasing wall acceleration rates, the solution branches interact by means of fold and codimension-2 cusp bifurcations, increasing the complexity of the topology of equilibria. Besides the specific interest attached to each one of the three problems we have addressed, these have further served as a proof-of-concept for the applicability and suitability of the methods and tools developed in the course of this thesis, which may assist in tackling a vast range of problems across a huge variety of physics and engineering disciplines.La turbulència és una de les principals preocupacions per a la majoria de problemes tecnològics relacionats amb el moviment de fluids. Especialment en el cas de l'aeronàutica, una capa límit turbulenta produeix tensions estructurals, vibracions i una major força d'arrossegament de l'aeronau que resulten en un increment significatiu del consum de combustible. Per tant, intentar comprendre l'origen de la turbulència, tot estudiant-ne les rutes de transició a les habituals, és un primer pas indispensable cap al seu control efectiu. La transició a la turbulència d'un flux homogeni sovint es caracteritza per visites transitàries a estructures coherents, laminars i altament no-lineals, que acostumen a trobar-se al llindar entre la laminaritat i la turbulència. Des del punt de vista dels sistemes dinàmics, aquestes estructures són conjunts invariants en l'espai de fase infinit-dimensional de les equacions de Navier-Stokes, que aquí es pretén identificar en diferents fluxos canònics. Mitjançant la integració temporal de les equacions, resolutors de Newton-Krylov i el mètode iteratiu d'Arnoldi per a l'anàlisi d'estabilitat lineal, els diferents conjunts invariants siguin equilibris, equilibris relatius o òrbites periòdiques són acuradament calculats i continuats al llarg de l'espai de paràmetres per tal d'entendre els mecanismes involucrats en la transició. Des d'una perspectiva matemàtica, els sistemes dinàmics i la teoria de bifurcacions proporcionen el marc adequat per a comprendre les inestabilitats hidrodinàmiques i la transició a la turbulència des d'un punt de vista determinista. A més, l'ús de mètodes espectrals per a la discretització espacial resulta particularment convenient degut a la convergència exponencial de les solucions numèriques. En el primer treball, s'analitza l'inici de la transició del flux bidimensional de Poiseuille pla. En aquest cas, una nova família d'ones de Tollmien-Schlichting, que trenca la clàssica simetria de translació i reflexió, ha estat identificada i continuada al llarg de l'espai de paràmetres. A més, s'ha aclarit el rol d'una vella família d'ones viatgeres que en estudis previs no participava dels mecanismes de localització. A continuació, s'analitza la competició entre modes no lineals en el flux purament hidrodinàmic i també hidromagnètic de Taylor-Couette. Branques de solucions d'amplitud finita, en forma de modes mixtes, han estat identificades sorgint d'inestabilitats purament hidrodinàmiques i magnètiques. Aquestes interaccions de modes no lineals són eficientment calculades mitjançant dominis computacionals inclinats, enlloc dels clàssics ortogonals, permetent una reducció significativa dels recursos computacionals necessaris. Finalment, s'analitza la generalització dels fluxos extensibles entre plaques paral·leles que s'estiren i s'encongeixen biortogonalment. Sota la hipòtesi d'autosimilitud, s'identifiquen fluxos estacionaris tridimensionals de les equacions de Navier-Stokes i s'estenen al llarg de l'espai de paràmetres, tot estudiant totes les possibles configuracions d'acceleració de les plaques i trobant totes les bifurcacions existents. En finalitzar les exploracions s'han identificat un total de set famílies de solucions, algunes d'elles relacionades per simetries. La complexitat de la topologia d'aquests equilibris creix notablement en incrementar l'acceleració de les plaques, quan les diferents branques de solucions interaccionen per mitjà de bifurcacions de node-sella i punts de codimensió-2 en forma de bifurcacions de còspide. Al marge de l'interès específic de cada un dels tres problemes estudiats, aquests també han servit com a demostració conceptual de l'aplicabilitat i idoneïtat dels mètodes i eines desenvolupats en el transcurs d'aquesta tesi, que poden ajudar a abordar un ampli ventall de problemes en una gran varietat de disciplines de la física i l'enginyeria.Ciència i tecnologia aeroespacial				
	abstract		abstract	Tesi en modalitat de compendi de publicació de Turbulence is one of the major concerns for most technological problems involving fluid motion. Specially in aeronautics, a turbulent boundary layer results in structural stresses, vibrations and higher aircraft drag, leading to a significant increase in fuel consumption. Therefore, trying to comprehend the origin of turbulence by studying its most common transition routes is a crucial first step towards its effective control. Transition to turbulence of an homogeneous flow is frequently mediated by transient visits to highly nonlinear laminar coherent structures that usually are at the threshold between laminarity and turbulence. From a dynamical systems point of view, these structures are invariant sets in the infinite-dimensional Navier-Stokes phase space that here we aim to identify in different canonical flows. With the use of direct numerical simulations together with Newton-Krylov solvers and Arnoldi iteration method for the linear stability analysis, invariant sets such as equilibria, relative equilibria or periodic orbits are accurately computed and tracked along the parameter space to understand the transition mechanisms. From a mathematical perspective, dynamical systems and bifurcation theory provide the suitable framework to understand the hydrodynamic instabilities and transition to turbulence from a deterministic point of view. In addition, the use of spectral methods for the spatial discretisation is particularly convenient due to the exponential convergence of the numerical solutions. In the first work, the onset of transition in two-dimensional Plane Poiseuille flow is analysed. A new family of Tollmien-Schlichting waves, breaking the usual half-shift and reflect symmetry of the classical ones, has been identified and tracked across parameter space. In addition, the role of another classical travelling wave family that did not participate in the localisation mechanisms has been clarified. We continue by analysing the nonlinear mode competition in purely hydrodynamic and also magnetised Taylor-Couette flow. Finite-amplitude mixed-mode solution branches, arising from both purely hydrodynamic and magneto-rotational instabilities, are identified. These nonlinear mode interactions are efficiently computed in suitable skewed computational domains instead of the classical orthogonal ones, allowing for a significant reduction of the required computational resources. Finally, the generalisation of extensional flows between biorthogonally stretching-shrinking parallel plates is analysed. Under the assumption of the self-similar ansatz, three-dimensional steady equilibria of the Navier-Stokes equations are identified and systematically tracked in parameter space, to cover all possible configurations of the acceleration rates and thus unfold all occurring bifurcations. After the explorations, up to seven different families of steady solutions have been identified, some of them related in pairs with symmetries. When increasing wall acceleration rates, the solution branches interact by means of fold and codimension-2 cusp bifurcations, increasing the complexity of the topology of equilibria. Besides the specific interest attached to each one of the three problems we have addressed, these have further served as a proof-of-concept for the applicability and suitability of the methods and tools developed in the course of this thesis, which may assist in tackling a vast range of problems across a huge variety of physics and engineering disciplines.La turbulència és una de les principals preocupacions per a la majoria de problemes tecnològics relacionats amb el moviment de fluids. Especialment en el cas de l'aeronàutica, una capa límit turbulenta produeix tensions estructurals, vibracions i una major força d'arrossegament de l'aeronau que resulten en un increment significatiu del consum de combustible. Per tant, intentar comprendre l'origen de la turbulència, tot estudiant-ne les rutes de transició a les habituals, és un primer pas indispensable cap al seu control efectiu. La transició a la turbulència d'un flux homogeni sovint es caracteritza per visites transitàries a estructures coherents, laminars i altament no-lineals, que acostumen a trobar-se al llindar entre la laminaritat i la turbulència. Des del punt de vista dels sistemes dinàmics, aquestes estructures són conjunts invariants en l'espai de fase infinit-dimensional de les equacions de Navier-Stokes, que aquí es pretén identificar en diferents fluxos canònics. Mitjançant la integració temporal de les equacions, resolutors de Newton-Krylov i el mètode iteratiu d'Arnoldi per a l'anàlisi d'estabilitat lineal, els diferents conjunts invariants siguin equilibris, equilibris relatius o òrbites periòdiques són acuradament calculats i continuats al llarg de l'espai de paràmetres per tal d'entendre els mecanismes involucrats en la transició. Des d'una perspectiva matemàtica, els sistemes dinàmics i la teoria de bifurcacions proporcionen el marc adequat per a comprendre les inestabilitats hidrodinàmiques i la transició a la turbulència des d'un punt de vista determinista. A més, l'ús de mètodes espectrals per a la discretització espacial resulta particularment convenient degut a la convergència exponencial de les solucions numèriques. En el primer treball, s'analitza l'inici de la transició del flux bidimensional de Poiseuille pla. En aquest cas, una nova família d'ones de Tollmien-Schlichting, que trenca la clàssica simetria de translació i reflexió, ha estat identificada i continuada al llarg de l'espai de paràmetres. A més, s'ha aclarit el rol d'una vella família d'ones viatgeres que en estudis previs no participava dels mecanismes de localització. A continuació, s'analitza la competició entre modes no lineals en el flux purament hidrodinàmic i també hidromagnètic de Taylor-Couette. Branques de solucions d'amplitud finita, en forma de modes mixtes, han estat identificades sorgint d'inestabilitats purament hidrodinàmiques i magnètiques. Aquestes interaccions de modes no lineals són eficientment calculades mitjançant dominis computacionals inclinats, enlloc dels clàssics ortogonals, permetent una reducció significativa dels recursos computacionals necessaris. Finalment, s'analitza la generalització dels fluxos extensibles entre plaques paral·leles que s'estiren i s'encongeixen biortogonalment. Sota la hipòtesi d'autosimilitud, s'identifiquen fluxos estacionaris tridimensionals de les equacions de Navier-Stokes i s'estenen al llarg de l'espai de paràmetres, tot estudiant totes les possibles configuracions d'acceleració de les plaques i trobant totes les bifurcacions existents. En finalitzar les exploracions s'han identificat un total de set famílies de solucions, algunes d'elles relacionades per simetries. La complexitat de la topologia d'aquests equilibris creix notablement en incrementar l'acceleració de les plaques, quan les diferents branques de solucions interaccionen per mitjà de bifurcacions de node-sella i punts de codimensió-2 en forma de bifurcacions de còspide. Al marge de l'interès específic de cada un dels tres problemes estudiats, aquests també han servit com a demostració conceptual de l'aplicabilitat i idoneïtat dels mètodes i eines desenvolupats en el transcurs d'aquesta tesi, que poden ajudar a abordar un ampli ventall de problemes en una gran varietat de disciplines de la física i l'enginyeria.Postprint (published version	decision DUPLICATES	id 28

	<table><tr><td>versions</td><td>doc_1</td></tr></table>	versions	doc_1	<table><tr><td>versions</td><td>doc_2</td></tr></table>	versions	doc_2	<table><tr><td>decision</td><td>id</td></tr></table>	decision	id
versions	doc_1								
versions	doc_2								
decision	id								