

Per a tu, Mariona.

F i E

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos

Uno acumula muchas ayudas a lo largo de los años de desarrollo de una Tesis. Y cuando llega al final, se ve en el compromiso de tener que afrontar un agradecimiento explícito (¡y por escrito!) de todos aquellos apoyos que ha recibido, con el consiguiente peligro de molestar a buena parte de aquellos que le han ayudado. Espero que todos comprendáis que no es posible listar todas las ayudas puntuales que han resultado cruciales para el trabajo. Vaya por delante mi profundo y sincero agradecimiento a todos los que me habéis ayudado.

Sin embargo, es indudable que mi agradecimiento fundamental es para Josep Arasa, que tanto me ha enseñado y del que tanto espero haber aprendido (y poder seguir aprendiendo). Sinceramente, pocas palabras bastan: me considero afortunado y feliz de haber podido hacer esta tesis contigo, Josep.

Gracias también, de manera ilimitada, a Marisa Vera, que ha tenido la santa paciencia de ser la otra persona que nos ha acompañado a Josep y a mí a lo largo de todo el proceso. Sin su apoyo, desde el primer día en que entré en el laboratorio hasta

AGRADECIMIENTOS

las últimas medidas experimentales, este trabajo habría sido prácticamente imposible de realizar. Muchas, muchas gracias también a Núria Tomás, Jesús Caum y a Carles Pizarro por sus ayudas técnicas y psicológicas en los abundantes momentos difíciles, y en especial por la burbuja con la que me han envuelto durante este último año. Núria, entre otras muchas cosas, hizo posible la comunicación entre los ordenadores, en el plano técnico, y ha sido de gran ayuda su apoyo psicológico en todo momento. Jesús y Carles han soportado largos comentarios de esta Tesis atrapados sin posibilidad de escapatoria en nuestros respectivos coches, durante los célebres atascos de la A-18, y sorprendentemente todavía me dirigen la palabra.

Marisa y Jesús han compartido conmigo no sólo línea de investigación, sino también asignatura a lo largo de estos últimos años, con lo cual el agradecimiento es, al menos, doble. El gran apoyo, comprensión y ayuda que he recibido, tanto de ellos como de Marta Fransoy, Laura Guisasola, Marta Lupón y Joan Antoni Martínez (por orden alfabético), también ha sido imprescindible para que esta Tesis fuera posible.

Quisiera también agradecer en general el apoyo de todo tipo del resto de compañeros del Departamento de Óptica y Optometría de la Universidad Politécnica de Cataluña. Sin embargo, especialmente injusto sería olvidarse de Cristina Cadevall, con quien aprendí a hablar con los motores, y algunas otras lindezas asociadas a la programación en el bello lenguaje C, o de Xavi Múrcia, Fermín Alarcón y Juan Mingueza, por ser habitantes de la misma planta del laboratorio y proveedores de diferentes elementos imprescindibles del montaje experimental, desde el banco óptico a la electrónica o la (vital) estufa en las duras tardes de invierno de un laboratorio sin calefacción.

Una de las personas más imprescindibles para el desarrollo esta Tesis no es, sin embargo, personal del Departamento. Sin embargo, sin la impresionante exhibición de comprensión y paciencia que has tenido, Mariona, esto hubiera sido completamente imposible. Prometo dejar de "jugar" con el ordenador durante los fines de semana (y demás festivos). *Moltes gràcies, Mariona, i no només per recolzar-me sempre durant aquesta Tesi.*

Tampoco puedo olvidar ahora la ayuda y apoyo prestado por mi familia (hermano, padres y abuelos), incondicionalmente y en todo momento. Incluso en los momentos más difíciles me he sentido animado y comprendido por vosotros. Y eso da mucha fuerza.

Con lo cual, y ante la proximidad del final de la página, voy a dar por terminado este repaso a las ayudas recibidas. Todos aquellos que me habéis ayudado daos por agradecidos de corazón. Muchas gracias a todos.

1 Introduction	1.1
1.1.- Development outline	1.1
1.2.- Novelty of the proposal	1.2
1.3.- Section summary	1.3
2 Surface profilometry: state of the art	2.1
2.1.- General review	2.2
2.2.- Confocal microscopy	2.6
2.3.- Interferometric techniques	2.9
2.4.- Deflectometric techniques	2.13
2.4.1.- Moiré techniques	2.14
2.4.2.- Hartmann test technique	2.16
2.4.3.- Ronchi test technique	2.18
3.- Theoretical framework	3.1
3.1.- Diffractive theory of the Ronchi test	3.2
3.1.1.- The Ronchi test as a diffraction grating	3.2
3.1.2.- The Ronchi test as a lateral shearing interferometer	3.5
3.1.3.- Incident spherical wave	3.5
3.1.4.- Talbot planes	3.6
3.2.- Geometrical theory of the Ronchi test	3.8
3.2.1.- Geometrical theory of the Ronchi test	3.8
3.2.2.- Equivalence of geometrical and diffractive theories	3.11
3.3.- Surface profile measurements	3.12
3.3.1.- Ray aberration, wave aberration and surface measurements	3.13
3.3.2.- Surface reconstruction through the Ronchi test	3.13

4.- Experimental outline	4.1
4.1.- Experimental setup	4.2
4.1.1.- Light source	4.2
4.1.2.- Pellicle beam-splitter	4.4
4.1.3.- Surface being tested	4.5
4.1.4.- The Ronchi ruling: position and movement	4.7
4.1.5.- Image acquisition equipment	4.8
4.2.- Data processing	4.9
4.2.1.- Preparation of the ronchigrams	4.11
4.2.2.- Eroding the ronchigram	4.12
4.2.3.- Sampling slope and position of the wavefront from a pair of ronchigrams	4.12
4.2.4.- Measurement of the local normal to the surface	4.15
4.2.5.- Surface reconstruction	4.17
4.2.6.- Characterization of the measured surface	4.20
4.3.- Accuracy of the measurements	4.22
4.3.1.- Accuracy of the determination of the local radius of curvature	4.22
4.3.2.- Accuracy of the determination of the surface radius of curvature and the surface topography from a set of data points	4.26
5.- Improvements on surface sampling	5.1
5.1.- Ruling spacing techniques	5.1
5.2.- Phase-shifting techniques	5.7
5.2.1.- Phase-shifting interferometry	5.7
5.2.2.- Phase-shifting techniques applied to the Ronchi test	5.16
5.2.2.1.- Review of reported applications	5.17
5.2.2.2.- Application of phase-shifting techniques to spatially stable intensity patterns	5.23
5.2.3.- Validity of the phase-shifting techniques applied to the Ronchi test	5.31
5.3.- Microstepping	5.38
5.3.1.- Increasing the number of registers	5.38
5.3.2.- Limits to the proposed technique	5.40

6.- Rotationally symmetrical surfaces: Spherical surfaces	6.1
6.1.- Sample surfaces	6.2
6.2.- Typical measurement example	6.7
6.2.1.- Measurement of sample P175A at position P1	6.8
6.2.2.- Error analysis	6.25
6.2.3.- Validity of the measured value	6.28
6.3.- Complete experimental results	6.30
6.3.1.- Measured data	6.31
6.3.2.- Data analysis	6.46
7.- Non-rotationally symmetrical surfaces: Toroidal surfaces	7.1
7.1.- Sample surface	7.2
7.1.1.- Sample surface	7.3
7.1.2.- Spherocylindrical surfaces	7.6
7.1.3.- Toroidal samples	7.11
7.2.- Typical measurement example	7.13
7.2.1.- Measurement of sample P30025A in position P1	7.13
7.2.2.- Error analysis	7.28
7.2.3.- Validity of the measured values	7.30
7.3.- Complete experimental results	7.32
7.3.1.- Measured data	7.32
7.3.2.- Data analysis	7.82
8.- Conclusions	8.1
Bibliography	B1