



UNIVERSITAT DE BARCELONA



DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN  
CORRELADOR ÒPTIC DUAL INTEGRANT LES  
ARQUITECTURES DE VANDERLUGT I DE  
TRANSFORMADES CONJUNTES

Universitat de Barcelona  
Departament de Física Aplicada i Òptica

Ignasi Labastida i Juan

Barcelona, octubre de 2000



Departament de Física Aplicada i Òptica  
Programa d'Enginyeria i Materials Electrònics i Òptica  
Bienni 1995-1997

DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN  
CORRELADOR ÒPTIC DUAL INTEGRANT LES  
ARQUITECTURES DE VANDERLUGT I DE  
TRANSFORMADES CONJUNTES

Memòria presentada per optar al títol de Doctor en Ciències Físiques  
Directors: Dr. Ignacio Juvells Prades  
Dr. Santiago Vallmitjana Rico

Ignasi Labastida i Juan  
Barcelona, octubre de 2000

## Agraïments

Als meus directors de Tesi, Dr. Ignasi Juvells i Dr. Santiago Vallmitjana, pels seus consells, per la seva ajuda i la seva orientació al llarg de desenvolupament d'aquest treball.

A la resta de membres del Grup del Laboratori d'Òptica de la UB, especialment al Dr. Artur Carnicer per tot el seu suport i per la seva tasca de pseudodirector, al Dr. José de Francisco Moneo pels seus coneixements i el seu suport informàtic, a la Dra. Estela Martín Badosa per l'empenta inicial en aquest camp de recerca i la seva col·laboració i suport. Al Mario, al Julio, al Quico i al Raúl per les bones estones que hem compartit. Sense oblidar al Dr. Salvador Bosch, al Dr. Josep Ferré i al Jordi i al Pep.

Als amics i a la família pel suport que m'han donat.

A la Tula i el Tzav que han substituït al Gorg, la Molsa i la Balma

*Aquest treball ha estat parcialment finançat per la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, CICYT, a través dels projectes TAP94-0303 i TAP97-0454*



*Aquesta memòria de tesi està subjecte a la llicència de [Reconeixement 3.0 de Creative Commons](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/), disponible a <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/>*

A la Mar Lluent,



# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
1.1	Aproximació històrica . . . . .	1
1.2	Motivació i objectius del treball . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Pantalles de cristall líquid. Funcionament i modes d'operació</b>	<b>9</b>
2.1	Introducció a les pantalles de cristall líquid . . . . .	10
2.1.1	Cristalls líquids nemàtics . . . . .	11
2.1.2	Representació matemàtica d'una pantalla de cristall líquid nemàtic . . . . .	11
2.1.3	Règims especials de les pantalles de cristall líquid TNLC . . . . .	15
2.1.4	Cel·la TNLC entre dos polaritzadors . . . . .	16
2.1.5	Vector director d'entrada de les molècules d'una cel·la TNLC diferent de zero . . . . .	18
2.1.6	Introducció de la zona de no gir en una cel·la TNLC . . . . .	19
2.1.7	Determinació dels paràmetres característics d'una cel·la TNLC . . . . .	21
2.2	Funcionament de les pantalles de cristall líquid . . . . .	24
2.2.1	Modes d'operació de les pantalles de cristall líquid . . . . .	24
2.3	Mètode de caracterització de les pantalles de cristall líquid . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Caracterització de les pantalles de cristall líquid</b>	<b>31</b>
3.1	Caracterització de pantalles CGA . . . . .	31
3.1.1	Característiques físiques de les pantalles CGA . . . . .	32
3.1.2	Funcionament de les pantalles CGA . . . . .	34
3.1.3	Conversió d'imatges de la targeta digitalitzadora a les pantalles CGA . . . . .	36
3.1.4	Corbes operatives obtingudes amb les pantalles CGA . . . . .	38
3.2	Caracterització de pantalles VGA . . . . .	44
3.2.1	Característiques físiques de les pantalles VGA . . . . .	44

3.2.2	Funcionament de les pantalles VGA . . . . .	46
3.2.3	Corbes operatives de les pantalles VGA . . . . .	47
3.2.4	Corbes operatives de les pantalles VGA amb llum polaritzada el·lípticament . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Correlador de transformades conjuntes. Configuració en eix</b>	<b>55</b>
4.1	Correlador de transformades conjuntes clàssic . . . . .	56
4.1.1	Binarització de l'espectre de potència conjunt . . . . .	59
4.2	Correlador de transformades conjuntes en eix amb pantalles CGA . . .	61
4.2.1	Muntatge òptic . . . . .	63
4.2.2	Procediment experimental i resultats . . . . .	64
4.3	Correlador de transformades conjuntes en eix amb pantalles VGA . . .	70
4.3.1	Muntatge òptic . . . . .	72
4.3.2	Procediment i resultats experimentals . . . . .	74
<b>5</b>	<b>Correlador de VanderLugt. Adaptació a les pantalles de cristall líquid</b>	<b>81</b>
5.1	Correlador de VanderLugt 4f . . . . .	82
5.2	Correlador convergent de VanderLugt . . . . .	83
5.2.1	Ajust de les distàncies . . . . .	85
5.2.2	Filtres . . . . .	87
5.3	Correlador de VanderLugt amb pantalles CGA . . . . .	90
5.3.1	Control de dues LCDs mitjançant una única targeta digitalitzadora de 8 bits i una única electrònica . . . . .	91
5.3.2	Resultats experimentals . . . . .	94
5.4	Correlador de VanderLugt amb pantalles VGA . . . . .	96
5.4.1	Utilització de filtres de fase en pantalles amb configuració de [0 – $\pi$ ] només fase . . . . .	98
5.4.2	Resultats experimentals . . . . .	101
<b>6</b>	<b>Disseny i muntatge del correlador òptic dual</b>	<b>109</b>
6.1	Anàlisi matemàtica del correlador òptic de llargària reduïda . . . . .	110
6.1.1	Primer teledifractòmetre . . . . .	112
6.1.2	Segon teledifractòmetre . . . . .	116
6.2	Muntatge experimental del correlador convergent de VanderLugt minimitzat . . . . .	120
6.3	Resultats experimentals amb el correlador de VanderLugt minimitzat .	124
6.4	Dissenys de correladors amb arquitectura dual . . . . .	129

6.5	Muntatge del correlador amb arquitectura dual. Resultats experimentals en JTC . . . . .	131
6.6	Aplicacions al reconeixement d'objectes tridimensionals . . . . .	134
<b>7</b>	<b>Conclusions</b>	<b>139</b>
<b>A</b>	<b>Apèndix: Òptica de Fourier</b>	<b>145</b>
A.1	Definicions Matemàtiques . . . . .	145
A.1.1	Transformada de Fourier: Definició . . . . .	145
A.1.2	Transformada de Fourier: Propietats . . . . .	145
A.1.3	Convolució i correlació: Definicions i propietats . . . . .	146
A.2	Difractòmetres . . . . .	146
A.2.1	Notació de VanderLugt . . . . .	147
A.2.2	Teoria de la difracció . . . . .	147
A.2.3	Muntatges òptics . . . . .	148
<b>B</b>	<b>Apèndix: Electromagnetisme i Polarització</b>	<b>153</b>
B.1	La naturalesa electromagnètica de la llum . . . . .	153
B.2	Polarització . . . . .	154
B.2.1	Representació matricial . . . . .	155
B.2.2	Canvi de coordenades . . . . .	156
B.3	Medis anisòtrops . . . . .	158
<b>C</b>	<b>Apèndix: Sigles</b>	<b>161</b>
<b>D</b>	<b>Apèndix: Publicacions relacionades amb el treball</b>	<b>165</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>169</b>
	<b>Índex de figures</b>	<b>179</b>
	<b>Índex de taules</b>	<b>185</b>
	<b>Índex alfabètic</b>	<b>187</b>

