



DOCTORATS  
INDUSTRIALS

EL PLA DE  
DOCTORATS  
INDUSTRIALS

# PROJECTE DE DOCTORAT INDUSTRIAL EXPEDIENT 2014 DI 038

## DADES DE L'EMPRESA I DE L'ENTORN ACADÈMIC

### Títol del projecte

Innovació en el disseny i construcció de sensors rotatius òptics

### Empresa

Hohner Automaticos, S.L.

### Responsable de l'empresa

Josep Bruguera Pruna

### Universitat

Universitat Autònoma de Barcelona - Centre de Recerca Matemàtica (CRM)

### Director/a de tesi

Joaquim Bruna Floris

### Treballador/a de l'empresa i doctorand/a

Néstor Costa Jimeno

## BREU DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE DE RECERCA

### Projecte de Doctorat Industrial en

“Innovació en el disseny i construcció de sensors rotatius òptics”

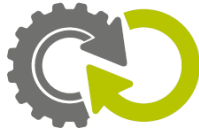
Els sensors rotatius òptics són uns dispositius que permeten descriure amb molta precisió, en forma analògica o digital, el moviment de rotació (posició i velocitat angular i sentit de rotació) d'un eix giratori, i naturalment tenen aplicacions en nombrosíssims camps. El dispositiu bàsic és de naturalesa òptica i consta del següent. Un disc solidari D a l'eix té en la seva perifèria, de forma uniformement distribuïda, N ranures susceptibles de ser travessades per un raig làser o similar perpendicular; el valor de N indica doncs el nivell de resolució angular. Una placa receptora P converteix aquest polsos òptics igualment distribuïts en dos senyals elèctrics A, B, un desfasat respecte de l'altre, que es poden visualitzar i tractar electrònicament. Els senyals A, B permeten determinar la posició, velocitat i sentit de gir, si hom té a més un senyal Z al qual referenciar i que podem pensar com a comptador de revolucions. Aquest senyal s'aconsegueix amb un codi digital  $C=(a_n)$  (anomenat pseudocodi), que és una successió de 0 i 1 de mida  $M=M(N)$ , que s'implementa mitjançant una sèrie de ranures, a la mateixa resolució (cada ranura corresponent a un 1) en un codi C sobre el disc D i una rèplica del mateix que se situa en una placa Q fixa entre D i P, sobre les quals incideix també un raig làser o similar. Segons la posició relativa de C i Q, la placa P rep una quantitat de fotons quantificada per la funció d'autocorrelació  $S_k=\sum_{i=1}^{M-k} a_i a_{i+k}$ . El valor de M està condicionat per la resolució N i per les mides físiques de Q.



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Economia i Coneixement  
Secretaria d'Universitats i Recerca



Agència  
de Gestió  
d'Ajuts  
Universitaris  
i de Recerca



DOCTORATS  
INDUSTRIALS

## EL PLA DE DOCTORATS INDUSTRIALS

La determinació del codi  $C$  per a cada valor de  $M$ , que faci que l'autocorrelació  $S$  sigui òptima en un determinat sentit, és un problema matemàticament molt interessant. Malgrat no estar completament resolt des d'un punt de vista matemàtic, si ho està a nivell de la implementació pràctica dels sensors òptics segons l'esquema aquí presentat, i així ho està fent l'empresa de referència a Catalunya i Espanya, implicada en aquest projecte, per a valors de  $N$  que impliquin valors de  $M$  superiors a 0,3 ranures/mm, la qual cosa indica que el model matemàtic és prou ajustat en aquest rang.

El projecte que es presenta pretén innovar en aquest terreny en tres direccions, combinables entre si:

1. En primer lloc, des d'un punt de vista teòric, al augmentar la resolució  $N$  per sobre de 4000 caldria per raons òptiques disminuir la distància mútua entre  $D$  i  $Q$ , habitualment per sobre del que és possible a la pràctica. Es voldria per tant que els codis òptims  $C$  siguin robustos envers el soroll introduït per aquesta circumstància. Això comporta redefinir el model matemàtic i resoldre el corresponent problema d'optimització.
2. Els fabricants fabriquen discs  $D$  per a cada resolució  $N$  demanada pel client, atenent també a altres paràmetres, com el diàmetre, etc. Ara bé, és natural pensar en discs  $D$  "universals" adaptables mitjançant un postprocessament a tot un rang de resolucions. Conceptualment, ha de ser possible passar de resolucions altes a resolucions baixes. També hom pot pensar en solucions "quasiuniversals" en les quals el disc  $D$  sigui veritablement universal per a un rang de resolucions i tan sols  $Q$  depengui de la resolució  $N$ , o recíprocament.
3. En tercer lloc, hom pot pensar en utilitzar senyals òptics més generals, generats per mascarees altres que una successió de ranures, per exemple que reproduïxin perfils de determinades regions planes. El model matemàtic substituiria successions de 0 i 1 per conjunts plans i la seva funció característica, havent-se d'estudiar la seva funció d'autocorrelació horitzontal.