

# Resum

Aquesta tesi s'emmarca dins del camp de la Instrumentació Electrònica per Acceleradors de Partícules, també denominat Diàgnostic de Feix —*Beam Diagnostics*—. En aquest treball es presenta el desenvolupament d'uns dispositius electro-mecànics per monitoritzar la posició del feix de partícules —*Beam Position Monitor*, BPM—, concretament del tipus inductiu —*Inductive Pick-Up*, IPU—. Una sèrie de 17 unitats (16 + 1 restant) d'aquests monitors de posició de feix o BPMs, batejats com BPS, varen ser construïts i posteriorment instal·lats en la línia d'acceleració d'electrons TBL —*Test Beam Line*—, que pertany al complex d'acceleradors CTF3 —*CLIC Test Facility 3<sup>rd</sup> phase*— al CERN —*European Organization for the Nuclear Research*—. La finalitat de CTF3 és la demostració de la viabilitat de la nova tecnologia d'acceleració de doble-feix en la que es basaria el futur col·lisionador lineal de leptons CLIC —*Compact Linear Collider*— per aconseguir la frontera d'energia en l'escala dels Tera-electron-Volts o Multi-TeV. Les noves generacions d'acceleradors de partícules, i en particular CLIC, requereixen de BPMs de precisió i elevada resolució a causa de la necessitat de realitzar procediments d'alineament dels seus múltiples elements cada vegada més exigents per a millorar la qualitat del feix, i en els quals els monitors de posició com el BPS-IPU juguen un paper important. Sobretot en les tècniques d'alineament basades en el mateix feix de partícules proporcionant la monitorització de la posició, a banda del corrent del feix, en el cas del BPS, en diferents punts al llarg de l'accelerador.

El projecte BPS, dut a terme al IFIC, es va realitzar fonamentalment en dues fases: la de prototipat i la de producció i test de la sèrie al TBL.

En la primera fase es varen construir dos prototips totalment funcionals, de la que aquesta tesi es centra en els aspectes de disseny electrònic de les targetes de circuit imprès PCB embarcades en els monitors BPS, que estan basades en transformadors responsables de la mesura del corrent i la posició del feix. Així mateix, es descriu el disseny mecànic del monitor amb èmfasi en les parts involucrades directament en el seu funcionament electromagnètic, gràcies al acoblament dels camps generats pel feix amb les dites parts. Per això s'estudiaren els seus paràmetres operacionals, d'acord amb les especificacions de la línia TBL, i també es realitzaren simulacions amb un nou model circuital vàlid per freqüències en la seva amplada de banda d'operació (1kHz-100MHz). Aquests prototips varen ser testejats inicialment als laboratoris de la secció BI-PI —*Beam Instrumentation - Position and Intensity*— del CERN.

En la segona fase de producció de la sèrie de monitors BPS, construïts segons els estudis i l'experiència dels prototips, el treball es va focalitzar en la realització de els tests de caracterització dels paràmetres principals de la sèrie de monitors, pels quals es dissenyaren i construïren dos bancs de proves amb diferents propòsits i regions de freqüències. El primer està destinat a treballar en la regió de baixa freqüència, entre 1kHz-100MHz, en l'escala temporal del pols de feix d'electrons amb un període de repetició

d'1s i duració aproximada de 140ns. Aquest és un sistema de test denominat *Wire Test-bench* que habitualment es fa servir en instrumentació d'acceleradors per obtenir els paràmetres característics de cada monitor de mesura de la posició i el corrent del feix, com són la linealitat, precisió i resposta en freqüència (amplada de banda). Gràcies a què permet l'emulació d'un feix de partícules de baixa intensitat amb un cable de corrent tensat i posicionat amb precisió respecte al dispositiu sota assaig. Aquest sistema es va construir específicament adaptat pel monitor BPS i pensat per fer una adquisició de dades de la forma més automatitzada possible, amb l'equipament de mesura i control de motors de posicionament del monitor respecte al cable, tot gestionat des d'un PC. Amb aquest sistema es caracteritzaren tots els monitors BPS en els laboratoris de l'IFIC i es realitzaren els anàlisis de resultats, els quals es presenten en aquest treball.

Per altra banda, els tests d'alta freqüència, per damunt de la banda X de microones i en l'escala temporal corresponent als micro-pulsos de cada pols de feix amb període de 83ps (12GHz), es varen fer per determinar la impedància longitudinal del monitor BPS. La qual deu ser prou petita per minimitzar així les perturbacions del feix al travessar cadascun dels monitors, i que afecten la seva estabilitat durant la propagació al llarg de la línia. Per això, es va construir el banc de proves d'alta freqüència que consisteix en una estructura de guia d'ones coaxial de 24mm de diàmetre adaptada a  $50\Omega$  i d'amplada de banda de 18MHz-30GHz, prèviament simulada, amb espai per la inserció del BPS com a dispositiu sota assaig. D'aquesta manera, l'estructura és capaç de reproduir els modes propagatius TEM (Transversals Electro-Magnètics) del feix d'electrons ultra-relativista amb 12GHz de freqüència de micro-pulsos, i així poder mesurar els paràmetres de *Scattering* dels quals es va obtenir la impedància longitudinal del BPS en el rang de freqüències d'interès.

Finalment, també es presenten els resultats de els tests amb feix fets en la línia TBL, amb corrents de feix des de 3.5A fins a 13A (màx. disponible en el moment del test). I la determinació de la mínima resolució aconseguida pels monitors BPS en la mesura de la posició del feix, sent la figura de mèrit del dispositiu, amb un objectiu de resolució de  $5\mu\text{m}$  a màxim corrent de feix de 28A segons les especificacions de TBL.