

TESI

presentada a

LA UNIVERSITAT DE BARCELONA

per obtenir el grau de:

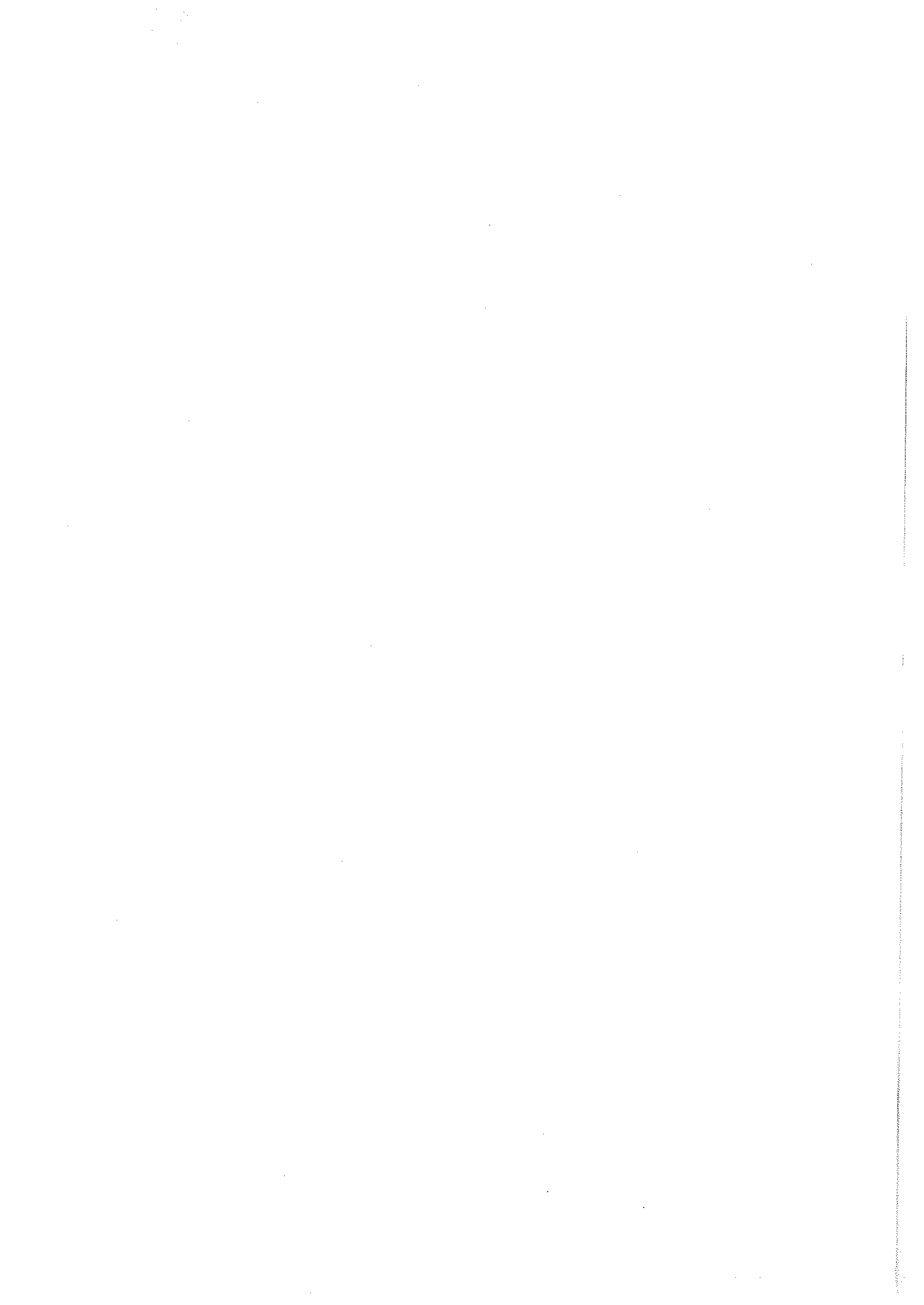
Doctor en Ciències Físiques

per:

Antoni Isalgué i Buxeda

ESTUDI D'ALGUNES FERRITES HEXAGONALS UNIAXIALS

Introducció

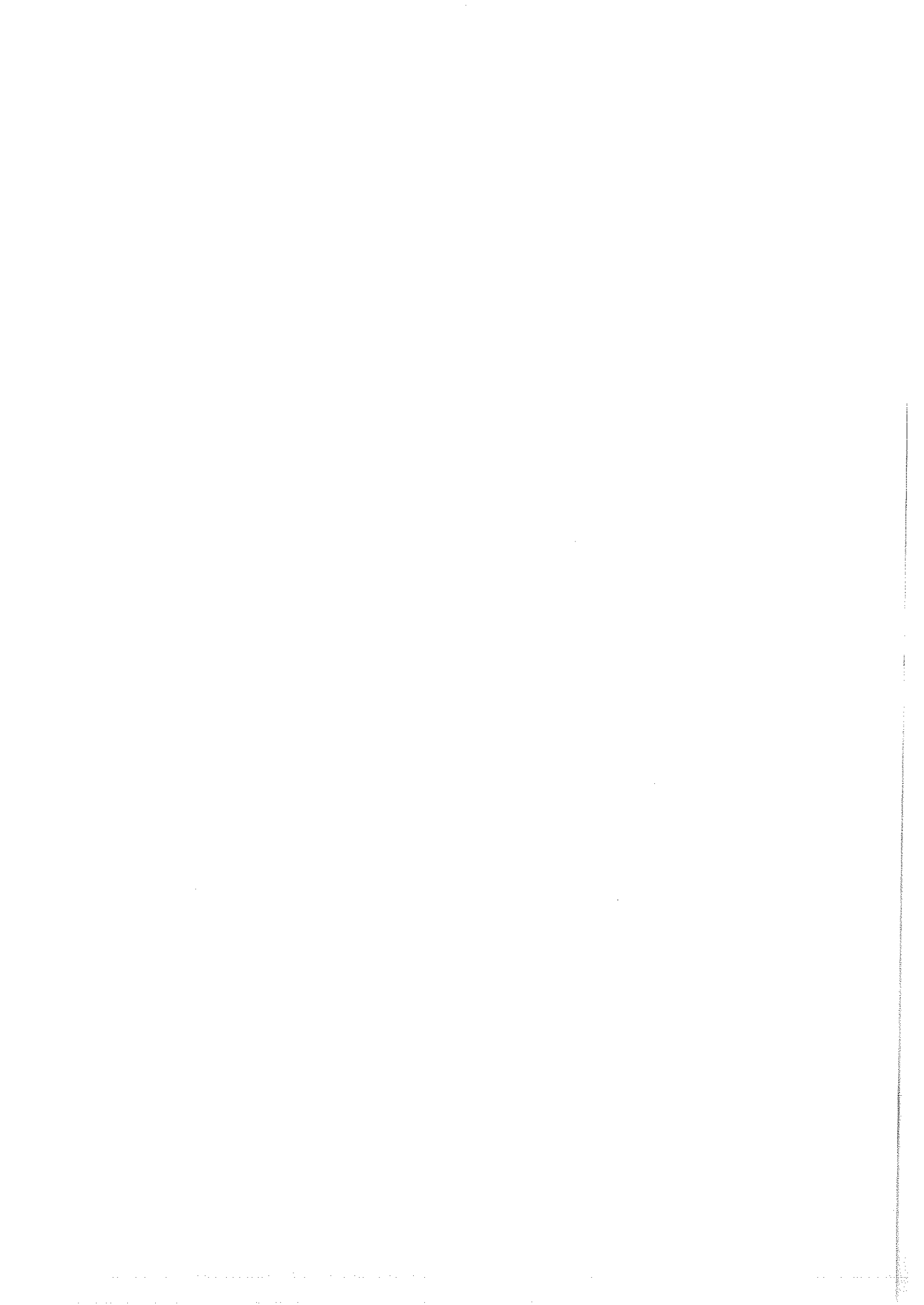


Introducció

En els anys 50, als laboratoris de la casa Philips, es van començar a sintetitzar i estudiar alguns productes, membres d'unes noves famílies d'òxids ferrimagnètics, amb estructura hexagonal (1). Aquests òxids són coneguts a hores d'ara amb el nom genèric de ferrites hexagonals o hexaferrites, i tenen propietats magnètiques molt interessants des del punt de vista tecnològic.

Un dels compostos més coneguts, el $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, està comercialitzat per la fabricació d'ímans permanents (ferroxdure), éssent la producció en 1976 de 80000 Tm. i d'unes 100000 Tm. en 1980(2). També s'utilitzen algunes hexaferrites planars (ferroxplana) per la construcció de nuclis de transformadors i autoinduccions per alta freqüència.

La construcció de dispositius per hiperfreqüències per ones milimètriques és una altre aplicació pràctica im-



portant de les ferrites hexagonals; la causa de la seva adequació és l'elevat camp magnètic d'anisotropia, H_a ($H_a \sim 10-30$ KOe) (3).

A més a més, la possibilitat d'utilitzar les bombolles magnètiques, produïdes en capes primes de materials magnètics, en el camp de l'informàtica, ha augmentat l'interés per les ferrites en general. Per les ferrites hexagonals, és necessari alterar algunes propietats magnètiques, car en general donen bombolles massa petites, a causa de la seva gran duresa magnètica.

Nosaltres hem realitzat un estudi de propietats magnètiques d'algunes ferrites hexagonals, encaminat cap a una major comprensió dels fenòmens físics, i les interaccions que donen lloc a l'ordenació i l'anisotropia magnètiques en aquests productes.

Aquest treball ha estat realitzat dins d'un marc de col.laboració del grup del Dr. J. Tejada amb el La-

boratoire de Cristallographie del Centre Nacional de la Recerca Científica (CNRS) de Grenoble (França), i com a continuació de la tasca de recerca en el camp de les ferrites hexagonals, iniciada en el nostre grup ja fa uns anys.

Per a portar a terme aquest treball, d'estudi estructural i magnètic d'algunes ferrites hexagonals uniaxials, hem hagut de recórrer a diverses tècniques, com ara síntesi a l'aire i sota molt alta pressió, difracció de raigs x, difracció de neutrons en fases paramagnètica i ordenada magnèticament, espectroscòpia Mössbauer d'absorció a diverses temperatures, i mesures magnetoestàtiques i anàlisi de corbes de magnetització, amb la llei d'aproximació a la saturació (LAS) i el mètode de la detecció del punt singular, per a la determinació de camps magnètics d'anisotropia en mostres policristal·lines.

En el capítol 1 d'aquesta memòria, presentem una revisió de les característiques estructurals i magnètiques dels òxids principals que constitueixen la família de les ferrites hexagonals.

En el capítol 2, presentem un estudi de les interaccions entre els spins dels Fe^{3+} de l'estructura M de $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Aquest estudi ens dona, per un costat, les magnituds de les interaccions de superintercanvi; que determinen comportaments de la magnetització en funció de la temperatura, temperatures de transició, comportaments al substituir el Fe per altres cations, etc. Per altre costat, hem determinat l'interacció dipolar magnètica clàssica, que es mostra com a font important de l'anisotropia magnetocristal·lina.

L'estudi de l'òxid $\text{LaZnFe}_{11}\text{O}_{19}$ constitueix el cap. 3. Hem determinat, amb espectroscòpia Mössbauer, on es troba el Zn. Això ens ha portat a poder formular un model de canting autoconsistent, on tenim presents una diversitat

de situacions microscòpiques, i que ens ha donat, a partir de les interaccions d'intercanvi de l'estructura M, uns resultats bons com a predicció per la magnetització a saturació a baixa temperatura, i per la temperatura de transició.

El capítol 4 està dedicat a l'estudi de la ferrita hexagonal $BaMn_2Fe_4O_{11}$, d'estructura tipus R. L'espectroscòpia Mössbauer ens ha permès determinar el contingut dels tres llocs cristal·logràfics diferents que ocupen els cations; Les mesures magnètiques suggereixen que l'ordenament dels spins és colinial, alhora que mostren una anisotropia magnètica considerable.

En el capítol 5 presentem un estudi de la serie $SrFe_{12-x}Cr_xO_{19}$. Amb la difracció de neutrons i l'espectroscòpia Mössbauer hem determinat la distribució entre Fe i Cr en els diferents llocs de la xarxa cristal·logràfica. Les mesures magnetoestàtiques, de difracció de neutrons a baixa temperatura i l'espectroscòpia Mössbauer suggereixen que, a baix contingut en Cr ($x \leq 2$), el fenomen més important en quan a ordre magnètic és el speromag-

netisme dels Cr(12k), juntament amb un canting d'alguns Fe(12k). Aquests fenòmens són produïts per l'alteració de les interaccions d'intercanvi causades pel fet de que el Cr³⁺ és un catió d³, i el Fe³⁺ és un catió d⁵, i troben la seva interpretació en les regles que segueixen les interaccions de superintercanvi dominants a l'estructura M.

Finalment, en tres annexes diferents, exposem la tècnica de detecció del punt singular per a la determinació de camps d'anisotropia magnètics, la llei d'aproximació a la saturació per corbes de magnetització en funció del camp, per mostres policristal·lines, i alguns aspectes de l'espectroscòpia Mössbauer que no és fàcil trobar en referències "convencionals". Aquests punts que tractem són utilitzats repetidament en tota la memòria, i creiem oportú donar-ne un resum i l'aportació de la nostra experiència en el tema.

- (1) JJ Went, GW Rathenau, EW Gorter, GW van Dosterhout
Philips Res. Rev. 13, 194 (1951-52)

també la ref. 3

- (2) J. Nicolas
Rev. Tech. Thomson-CSF 11, 243 (1979)

C. Vittoria

J. Mag. Mag. Mat. 71, 109 (1980)

"Ferromagnetic Materials" vol. 2

EP Wolfarth ed. North-Holland (1980)

- (3) J. Smit, HPJ Wijn

"Ferrites" Philips Tech. Library (Eindhoven) (1960)