

Resum:

La producció elèctrica d'origen nuclear té el destacat avantatge de no comportar emissions de gasos d'efecte hivernacle i per tant, contribueix a limitar l'empremta antropogènica en el medi ambient, si forma part de la producció elèctrica global. Els països en vies de desenvolupament també poden trobar en l'energia nuclear la solució tecnològica amb la qual potenciar el seu esperat creixement.

La generació actual de reactors nuclears està basada en una tecnologia dissenyada durant les primeres fases del desenvolupament de l'energia nuclear i encara no ha superat inconvenients tals com la gestió de residus radioactius, els elevats requisits de seguretat i els seus inconvenients financers.

La "Generation IV International Forum" es una plataforma d'investigació i desenvolupament internacional amb l'objectiu de coordinar els esforços necessaris per a desenvolupar una nova generació de reactors nuclears. Aquesta organització ha identificat una sèrie de dissenys de reactors nuclears potencialment capaços d'assolir els més alts objectius tecnològics exigibles a aquesta tecnologia com son, una gestió avançada dels residus, una augmentada seguretat i fiabilitat i competitivitat econòmica respecte a qualssevol altre medi de generació elèctrica. Entre aquests dissenys destaquen aquells que són objecte d'estudi en aquesta tesi, els reactors ràpids refrigerats per metalls líquids.

Per a garantir el compliment del objectius de seguretat dels dissenys proposats, és necessària l'aplicació d'eines computacionals capaces de simular el comportament de la planta nuclear en unes condicions en les que és probable que es superen els límits de seguretat establerts i que han de considerar-se des de les fases més primerenques del disseny. Aquestes eines computacionals han de tindre també el suficient grau de detall per a simular els fenòmens particulars que esdevenen en els dissenys proposats i els efectes tridimensionals que poder sorgir en transitoris amb components asimètrics.

L'objectiu d'aquest treball d'investigació ha sigut el de desenvolupar, assessorar i aplicar aquestes eines i models computacionals per a l'anàlisi de seguretat de dissenys innovadors de reactors ràpids reproductors refrigerats per sodi i plom.

La primera part de la tesi exposa els desenvolupaments del model termohidràulic unidimensional amb resposta neutrònica de cinètica puntual del prototip de reactor ràpid avançat refrigerat per sodi "European Sodium Fast Reactor", ESFR, utilitzant un codi punter de modelat termohidràulic, el codi TRACE. Aquest model fou contrastat amb els seus models equivalents en el marc del projecte europeu CP-ESFR dins del programa FP7. El model es va aplicar per a analitzar la seguretat del sistema per a suportar l'accident base de disseny que potencialment té majors conseqüències identificat en els estudis preliminars de seguretat del reactor, el transitori desprotegit de pèrdua de refrigerant. Un procés anàleg es va aplicar per a desenvolupar un model equivalent del prototip de reactor ràpid refrigerat per plom, anomenat ALFRED, en el marc del projecte europeu CP-LEADER.

L'última i més important etapa del procés d'investigació es va centrar en l'extensió del model termohidràulic unidimensional del reactor de sodi ESFR a un model termohidràulic tridimensional acoblat amb el model neutrònic espacial que substitueix a l'aproximació basada

en cinètica puntual anteriorment utilitzat, per a això s'utilitzà el codi d'acoblament TRACE-PARCS.

Aquests models acoblat realitzen simulacions amb un elevat nivell de detall al implicar càlculs multi físics i permet la simulació de fenomenologia asimètrica, donades les seues capacitats tridimensionals. Açò suposa un pas endavant respecte del estat de les eines d'aquest tipus aplicades a reactors avançats i permet l'anàlisi de transitoris no estudiats fins al moment tals com l'aturada d'una única bomba en el circuit primari i secundari o l'extracció de barres de control situades en posicions perifèriques.

Els últims capítols d'aquesta tesi doctoral exposen els resultats de l'anàlisi dels esmentats transitoris demostrant la capacitat dels models per a simular-los i la capacitat del disseny per a suportar-los sota els límits de seguretat establerts.

El capítol final exposa les conclusions i aportacions científiques rellevants del treball d'investigació desenvolupat. També s'indiquen els possibles objectius d'investigació futura als que aquest treball pot servir com base.

Paraules-clau: Generació IV, Reactor Ràpid de Sodi, ESFR, CP-ESFR, Reactor Ràpid de Plom, ALFRED, LEADER, Multi físic, Termohidràulica, Neutrònica, Transitoris Asimètrics, ULOF, UTOP, TRACE, PARCS.