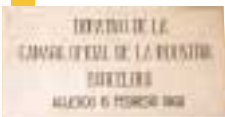
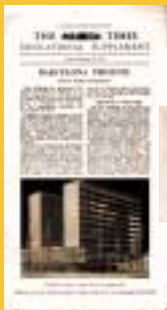


# 40

# anys d'activitats nuclears i radiològiques a l'ETSEIB

## Instal·lació i operació del reactor ARGOS



### Instal·lació del reactor ARGOS

- Acord amb la Cambra Oficial de la Indústria: 15 febrer de 1960
- Construcció a la JEN (Madrid): 1960-1961
- Primera criticitat: 4 de març de 1963



### Operació del reactor 1963-1977

- Nombre de dies d'operació: 496 dies
- Nombre total d'arrancades: 505
- Nombre total de criticitats: 696
- Última criticitat: 6 de setembre de 1977
- Grau mitjà de cremada del combustible durant el període d'operació: 2,56 kW/h
- Nombre d'alumnes d'enginyeria en pràctiques a l'ARGOS: 500 alumnes



**Parada del  
reactor  
1977-1992**



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# 40

# anys d'activitats nuclears i radiològiques a l'ETSEIB

## Parada i desmantellament de l'ARGOS

### Període de parada 1977-1992

- Parada per les dificultats de funcionament en el marc legal amb absència d'un reglament específic per als centres de recerca i ensenyament. 1977
- Decisió de la Universitat de procedir al desmantellament i la clausura del reactor. 1987
- Preparació de la retirada del combustible. 1988-1992

### Projecte de desmantellament

- Retirada del combustible. 1992
- Presentació del Projecte de desmantellament. 1994
- Autorització ministerial per a l'execució del desmantellament. 1998
- Compliment de condicions prèvies al desmantellament. 1998-2001
- Inici de les operacions de desmantellament. 2001



### Desmantellament

- Inici del desmantellament: 30 de novembre de 2001
- Equip UPC:
  - Cap del projecte (Prof. X. Ortega)
  - Grup de Desmantellament (Prof. C. Tapia i 3 tècnics, dos dels quals pertanyen a una UTPR de Barcelona)
  - Cap de Protecció Radiològica UPC (Dra. M. A. Duch)
  - Responsable de Qualitat (Dr. A. Vargas)
  - Servei d'Obres i Manteniment (Sr. de Prada)
- Massa desmuntada: 154,4 t
- Elements verificats radiològicament: 1141
- Residus radioactius: 8 kg
- Material que roman a la instal·lació:
  - Formigó: 16,5 t
  - Grafit puresa nuclear: 9,2 t
- Final de les operacions de desmantellament: abril de 2002

### Declaració de clausura

- Presentació sol·licitud de clausura: octubre 2002
- Atorgament de la declaració de clausura. Ordre Ministeri Economia. 23 Desembre 2003.

# 40

# anys d'activitats nuclears i radiològiques a l'ETSEIB



## Radioquímica i control de la radioactivitat ambiental

### Objectius:

- Desenvolupar noves metodologies radioquímiques per a la determinació de baixos nivells de radioactivitat
- Realitzar estudis de radioactivitat ambiental

### Instal·lacions:

- Laboratori d'Anàlisi de Radioactivitat, acreditat per ENAC per a la realització d'assaigs de radioactivitat en aigües

### Col·laboracions:

- CSN, Departament de Treball i Indústria de la Generalitat de Catalunya, AGBAR, Ajuntament de Barcelona, Departament de Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya

## Estudis de dosimetria de les radiacions

### Objectius:

- Proporcionar un servei de calibratge acurat i eficaç en l'àmbit de les radiacions ionitzants
- Optimitzar tècniques de mesura en dosimetria personal, ambiental i clínica
- Assegurar el control dosimètric dels treballadors de la UPC
- Participar en ensenyament de tercer cicle i de formació al llarg de la vida en el camp de la protecció radiològica i de la dosimetria



### Instal·lacions:

- Laboratori de Calibratge i Dosimetria, acreditat per ENAC
- Laboratori de Dosimetria Termoluminescent, acreditat per ENAC

### Col·laboracions:

- CSN, Hospital de Sant Pau, Hospital Clínic, Grup de Radiofísica UAB, Siemens i Eurados

## Desenvolupament de tècniques nuclears i radiològiques. 1977-2004



## Estudis radiològics atmosfèrics

### Objectius:

- Estudiar els processos físics, químics i meteorològics responsables de les variacions espacials i temporals de les concentracions de radionucleïds naturals a l'aire i del nivell de radiació ambiental

### Instal·lacions:

- Laboratori d'Estudis del Radó (LER)
- Xarxa d'estacions de control radiològic atmosfèric de la UPC: Campus Baix Llobregat i Campus Nord

### Col·laboracions:

- CSN, MCYT, UE, EUROMET

## Radiofísica mèdica

### Objectius:

- Desenvolupar programes de simulació per aplicar-los en diversos àmbits:
  - Transport d'electrons i fotons per a aplicacions clíniques
  - Simulació Monte Carlo: radioteràpia, medicina nuclear, dosimetria
  - Dosimetria experimental clínica

### Col·laboracions:

- UB, Hosp. Clínic, Hosp. Sant Pau, Karolinska (Stockholm), U. Michigan



## Servei de Protecció Radiològica de la UPC



### Objectius:

- Assessorar els grups de la Universitat que utilitzen radiacions ionitzants
- Assegurar que la salut i la seguretat de les persones exposades a les radiacions ionitzants siguin adequadament protegides

### Col·laboracions:

- Dept. Física Aplicada, Dept. Física i Eng. Nuclear, Dept. Eng. Química, Dept. Eng. de la Construcció, Museu de Geologia Valentí Masachs

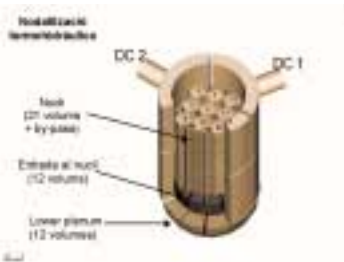


Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# 40

# anys d'activitats nuclears i radiològiques a l'ETSEIB



## Simulació del comportament dinàmic de plantes nuclears

### Objectius:

- Simular el comportament de sistemes dinàmics:
- Escenaris accidentals i operacionals de centrals nuclears
- Instal·lacions experimentals
- Dany sever
- Acoblament neutrònic-termohidràulic

### Col·laboracions:

- CSN, ANAV, JRC-UE ISPRA, MIT, U. Pisa, U. Texas, U. Purdue, univ. polit. de Madrid i de València.

## Desenvolupaments tècnics amb radiacions

### Objectius:

- Desenvolupar sistemes de control amb presència de radiacions
- Desenvolupar un sistema de monitors d'àrea per al control de la radiació ambiental de l'irradiador industrial Cesar
- Desenvolupar prototips de cambres d'ionització per a detectors iònics de fum
- Desenvolupar un banc automatitzat per a assaigs d'homologació de detectors iònics, òptics tèrmics d'acord amb les normes EN54-7 i EN54-4

### Col·laboracions:

- Aragogamma, Kilsen SA



## Mesura de dades nuclears

### Objectius:

- Modelitzar parts de la instal·lació per poder fer els càlculs de les possibles activacions neutròniques dels seus components.
- Modelització del túnel de circulació del feix de neutrons i la zona d'impacte del feix amb els blancs objecte d'anàlisi.
- Actualització de la simulació del Karlsruhe 4p Barium Fluoride Detector.
- Simulacions amb els codis de càlcul MCNP i GEANT instal·lats en el clúster de PC a l'ETSEIB.

### Col·laboracions:

- Agrupament de Centres de Recerca en el Projecte n-TOF al CERN

## Energia de fusió

### Objectius:

- Dur a terme activitats en el camp del desenvolupament de l'energia de fusió en col·laboració amb centres nacionals i internacionals d'R+D, relacionats amb simulacions de plasmes termonuclears, tokamaks i stellerators:
- Participació remota en experiments de fusió (TJ-II)
- Optimització de mecanismes d'operació
  - Estudis de seguretat a reactors de fusió nuclear, ITER...
  - Anàlisi paramètrica per al disseny de futurs reactors de fusió
  - Utilització de codis: PRETOR, ASTRA i CATHARE
  - Estudis de transport de triti en mantos de LiPb

### Col·laboracions:

- National Fusion Laboratory (CIEMAT, CSN, U. degli Studi di Pavia, National Institute for Fusion Science (Japó), CEA-DRFC (Cadarache-França), CEA-LCA (Saclay-França), Fusion Technology Group (UKAEA, Regne Unit), European Fusion Development Agreement (Alemanya)

## Emmagatzematge de residus radioactius d'alta activitat

### Objectius:

- Avaluar els efectes de les altes dosis de radiació sobre els materials que constitueixen l'emmagatzematge geològic profund, incloent-hi:
  - Avaluació del comportament de les barreres d'enginyeria i geològiques als sistemes d'emmagatzematge
  - Irradiació gamma de sistemes d'acer-bentonita
  - Experiments d'irradiació i escalfament per avaluar el comportament del sistema acer-bentonita
  - Determinació de l'energia acumulada en la barrera geològica
  - Efecte de radiació beta sobre la dissolució d'UO<sub>2</sub> no irradiada

### Col·laboracions:

- D. de Geoquímica (UB), Enresa, D. Enginyeria Química (UPC)

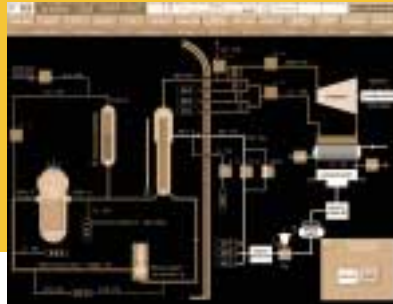
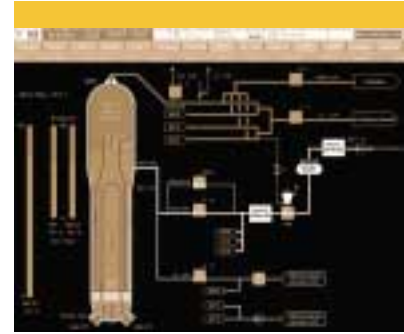
# 40

# anys d'activitats nuclears i radiològiques a l'ETSEIB

## Simulador conceptual de central nuclear 2004

### Software de simulació SIREP

El simulador SIREP 1300 V3.0 és un simulador conceptual de central nuclear PWR de 4 llargs i 1300 MW de potència elèctrica. Ha estat desenvolupat per l'empresa francesa CORYS TESS per a finalitats de formació en l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) i és una evolució d'una versió prèvia (SYREN) que avui encara s'utilitza per a la formació inicial de tots els operadors de planta d'EDF (Electricité de France). També s'utilitza a un curs general per a tècnics i directius d'EDF. Al costat d'aquestes línies es poden apreciar algunes de les pantalles de la interfície gràfica del simulador.



### El simulador conceptual de central nuclear

S'ha realitzat una reforma funcional a la sala de control i la sala de preparació d'experiències de l'exreactor Argos, per hostatjar el simulador conceptual de central nuclear (DFEN-ETSEIB-UPC).



### PROGRAMA DE FORMACIÓ

El títol vigent d'Enginyer Industrial a l'ETSEIB inclou la intensificació Enginyeria Nuclear. Aquesta intensificació té una extensió de 40,5 crèdits (405 hores lectives) i la realització del projecte de fi de carrera (24 crèdits). La utilització del simulador està destinada a complementar i millorar la qualitat de la docència dins de la intensificació nuclear. En concret, està previst realitzar unes 12 pràctiques en el marc de les assignatures Física de Reactors Nuclears (6 crèdits / 60 hores) i Centrals Nuclears (6 crèdits / 60 hores).

Algunes de les pràctiques que es poden fer són:

- Recàrrega de combustible. Règim subcrític. Arrancada.
- Efectes de temperatura. Doppler. Estabilitat.
- Barres de control. Càlculs d'eficàcia.
- Variacions de càrrega. Balanç de reactivitat.
- Impacte del xenó en el flux neutrònic. Oscil·lacions.
- Funcionament en illa.

Aquestes pràctiques es complementen amb les realitzades amb el simulador d'abast total al nou centre de formació de Tecnomat a l'Hospitalet de l'Infant, així com amb altres eines de simulació per a reactors avançats.

En les figures es mostren algunes instantànies de les pràctiques realitzades.

La intuitiva interfície d'usuari i la simplicitat i l'atractiu de la informació mostrada a través de les diferents pantalles de la interfície gràfica permeten un ràpid aprenentatge i un fàcil maneig del programa, que és especialment adient per a finalitats docents.

