



Andreu CASASNOVAS ANGLADA es Ingeniero Industrial por la E.T.S.I.I. de Barcelona. Inicia sus actividades profesionales en 1973, en 1977 ingresa en Enher donde se integra en el Equipo de Puesta en Marcha de C.N. Ascó. En 1984 se incorpora a C.N. Vandellós II como Jefe de Operación, puesto de trabajo que desempeña en la actualidad.



Mariano MASOT VILARDELL es Ingeniero Industrial por la ETSIIB (1979). Ingresó en A.N.V. en 1981 en el departamento de Planificación y control de costes. En la puesta en marcha de la central se encarga del grupo de pruebas de arranque de NSSS. Desde Junio 90 es Jefe Adjunto de Operación.

OPERACION

A. CASASNOVAS - M. MASOT

Finalizadas las pruebas de arranque, y después de una parada de mantenimiento, se inicia la Operación Comercial de la planta el 8 de Marzo de 1988. Durante la etapa anterior, toda la organización de operación había trabajado integrado en la organización de Pruebas de Arranque, y anteriormente en la Puesta en Marcha. A partir de este momento, la organización del Servicio de Operación se encuentra perfectamente rodada para iniciar la etapa de Operación Comercial.

La Pruebas de Arranque habían puesto de manifiesto los problemas de puesta a punto y ensamblaje de los distintos sistemas de la planta. Sin em-

bargo, por ser un periodo breve, no habían salido a flote algunos problemas que estaban presentes y que saldrían dentro del primer ciclo de Operación Comercial.

DESCRIPCION DE LA ORGANIZACION

El Servicio de Operación está integrado en la Organización de dirección de Central dentro del Departamento de Producción. Está dotado de 89 plazas. El Servicio está organizado en un grupo de campo que está pilotado por el Jefe de Turno y un grupo de soporte

Vista general de la sala de control.



```

graph TD
    JP[JEFE DE PLANTA] --> JAO[JEFE ADJUNTO DE OPERACION]
    JAO --> JOT[JEFE DE OFICINA TEC.]
    JAO --> JT[JEFE DE TURNO]
    JOT --> EO[EXPERIENCIAS OPERATIVAS]
    JOT --> OTO[OFICINA TECNICA DE OPERACION]
    JOT --> OD[OFICINA DE DESCARGOS]
    JT --> JS[JEFE DE SALA]
    OTO --> AOT[AUXILIAR OFICINA TECNICA]
    OTO --> ASOC[ADMINISTR. SALA DE CONTROL]
    OTO --> OD2[OPERADORES DE DESECHOS]
    OTO --> OT2[OPERADORES DE TURBINA]
    OTO --> OR[OPERADORES DE REACTOR]
    JS --> AD[AUXILIAR DESECHOS]
    JS --> AB[AUXILIAR BOP]
    JS --> EO2[ELECTRICISTAS OPERACION]
    JS --> ANSS[AUXILIAR NSSS]
    JS --> ANSSBOP[AUXILIAR NSSS - BOP]
    
```

• COMPOSICION POR TURNO

F II

La Oficina Técnica se encarga de tener actualizados , el Manual de Operación, de programar las Maniobras y Vigilancia, de suministrar los consumibles, de emitir los partes de producción y coordinar las intervenciones de mantenimiento diseñando los descargos.

El Servicio de Operación se encarga de operar los dos bloques principales de la Central, sistemas del

Reactor y auxiliares y sistemas de Turbina-Alternador y auxiliares. Además, este servicio lleva la operación de la Planta de Tratamiento de Agua y la Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos.

Como principales funciones del Servicio de Operación podemos destacar: planificar y ejecutar los arranques y paradas de la Central, operación a potencia, planificar y ejecutar descargos para los equipos y sistemas que deban

En estos procedimientos se describe como está organizado el Servicio, las funciones de los distintos puestos de trabajo y las relaciones entre ellos. Además están integrados en este grupo, todos los procedimientos para controles administrativos, por ejemplo: cables desconectados, válvulas enclavadas, rotación de equipos, registro de la producción y elaboración de datos, controles de residuos radiactivos y su almacenamiento etc.

- POG: Procedimientos de Operación Generales.

Comprenden las operaciones que relacionan los distintos sistemas para llevar la planta desde parada fría hasta espera en caliente, criticidad, sincronización a la red, toma de carga, variaciones de carga, y el proceso inverso de reducción de carga hasta parada fría.

- POS: Procedimientos de Operación de Sistemas.

Son complementarios de los anteriores y describen sistema por sistema las operaciones necesarias para poner en servicio un sistema, dejarlo fuera de servicio, actuar sobre componentes etc. en cada modo de operación del sistema.

- POMC: Procedimientos de Operación de Movimiento de Combustible. Son los procedimientos que describen las maniobras a efectuar, desde la situación de parada fría, para el cambio de los elementos de combustible en la vasija del reactor.

- POV: Procedimientos de Operación de Vigilancia.

Aquí están incluidas todas las vigilancias y pruebas periódicas, que realiza el Servicio de Operación, según lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.

- POVP:Procedimientos de Operación de Vigilancia Periódica.

Dentro de este capítulo se engloban los procedimientos que describen vigilancias y pruebas, que realiza el Servicio de Operación, y que no están contenidas en las E.T.F.



técnico-administrativo que es la Oficina técnica de Operación.

Dada la configuración de esta planta con una Sala de Control Principal, y una Sala de Control para tratamiento de desechos radiactivos, se dispone de un turno de Operación propiamente dicho que opera la planta desde Sala de Control principal en régimen de turno cerrado, y un grupo de Operadores y Auxiliares que operan desde la Sala de Control de tratamiento de desechos radiactivos en régimen de turno abierto (16 horas al día, de lunes a viernes). El Turno de Operación, se estructura del siguiente modo:

1Jefe de Turno Licencia Supervisor
1Jefe de Sala de Control Licencia Supervisor
1Operador de Reactor Licencia Operador
1Operador de Turboalternador
5Auxiliares de Operación(planta)
1Electricista de Operación(planta)

1 Operador
1 Auxiliar (planta)

La Oficina Técnica de Operacion
está dirigida por un Jefe de Oficina

ser intervenidos, declaración de inoperabilidades, seguimiento de los parámetros de la planta, emisión de informes de producción, anomalías, etc.

MANUAL DE OPERACION

La metodología para la Operación de la Planta está descrita en los Procedimientos de Operación que componen el Manual de Operación. Todas las maniobras se efectúan según lo establecido en los Procedimientos y son anotadas en el Libro Registro de Operación. El Manual de Operación se compone de los siguientes tipos de procedimientos:

- POA:Procedimientos de Operación Administrativos.

F III



- POAL: Procedimientos de Operación de Alarmas.

En estos procedimientos describen las acciones a realizar cuando aparece una alarma en cada uno de los anunciadores de los cuadros de alarma de Sala de Control principal. Se utilizan para la corrección de la variable concreta que ha producido la alarma y pueden desembocar en la utilización de un POF.

- POF: Procedimientos de Operación de Fallos.

Comprende los procedimientos que se utilizan para detectar y corregir el mal funcionamiento de un sistema. Quedan limitados a la recuperación de un sistema en concreto.

- POE: Procedimientos de Operación de Emergencia.

Son los procedimientos utilizados para hacer frente a un mal funcionamiento que podría ser debido a un accidente contemplado en el análisis de accidente y que requiere parada de reactor y/o actuación de salvaguardias.

En resumen el Manual de Operación se divide en cuatro grandes grupos:

1. Procedimientos administrativos.
2. Procedimientos de operación.
 - 2.a. Particulares (POS).
 - 2.b. Generales (POG).
 - 2.c. Combustible (POMC).
3. Procedimientos de vigilancia.
 - 3.a. De E.T.F. (POV).
 - 3.b. De no E.T.F. (POVP).
4. Procedimientos para corrección de anomalías.
 - 4.a. En una variable (POAL).
 - 4.b. En un sistema (POF).
 - 4.c. En el conjunto (POE).

PRODUCCION

El objetivo de la Central es la producción de energía eléctrica en condiciones de seguridad. Desde el inicio de las Pruebas de Arranque,

posterior a la carga de combustible, hasta final de Junio de 1993, se han producido 36.784 Gwh brutos, se ha tenido el reactor crítico un total de 40.281 horas y se ha estado acoplado a la Red un total de 39.048 horas.

La potencia eléctrica nominal bruta reconocida inicialmente era de 982 Mwe según se había diseñado. El excelente rendimiento de la planta junto a las mejoras introducidas, han permitido, a través de sucesivas pruebas de homologación, subirla hasta la actual de 1004 Mwe, sin haber variado la potencia del reactor.

En los cuadros mostrados en las fig. II, III y IV se muestran los datos de producción durante los cinco primeros años de explotación, a partir del 8 de Marzo de 1988, fecha de inicio de la Operación Comercial. Como se puede ver la producción bruta se mantiene por encima de 7000 Gwh/ anuales y el factor de capacidad se mueve a partir del tercer año bien por encima del 80% lo que puede considerarse unos buenos ratios de producción. Los años 1988 y 1989 en que la producción fue mas baja, fué debido principalmente a las paradas ocasionadas por las averías en el transformador principal a causa de un fallo constructivo.

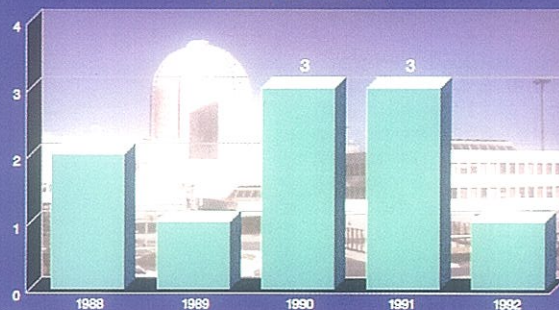
PARADAS AUTOMATICAS DE LA CENTRAL



F V

F V

REDUCCIONES DE CARGA HASTA PARADA (NO PROGRAMADAS)



han producido disparos de reactor, de los cuales 23 han sido automáticos y uno manual.

En el gráfico de la figura V, se puede observar la evolución de las paradas automáticas o disparos automáticos de reactor. Como podemos observar, en el primer año de operación comercial (1988), se produce un número importante de disparos de reactor, 11 en total, y que son la consecuencia lógica al final de la etapa de Pruebas de Arranque.

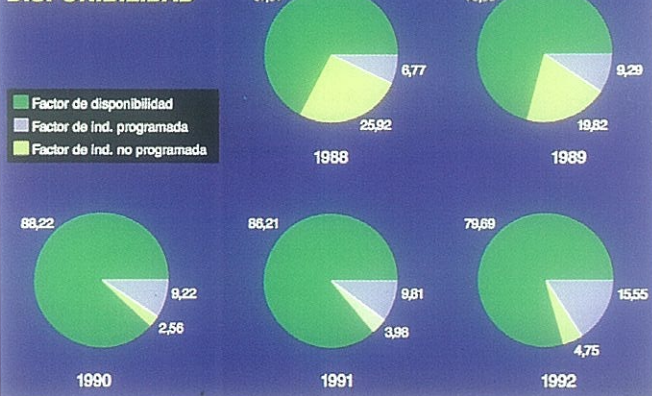
Así se ponía de manifiesto la existencia de problemas latentes y que para emerger, necesitaban un funcionamiento prolongado al 100% de potencia. Básicamente, durante este año coexisten dos tipos de disparos, unos provocados por los niveles en los GGVV, tres en total, de los cuales dos son imputables al control de agua de alimentación, sistema que se ha revelado crítico. Un segundo tipo de disparos son los debidos a actuación de protecciones eléctricas, dos de los cuales fueron por incendio de una fase del TP, en los otros la causa fue una interrelación entre la estabilidad de la red y el ajuste de las protecciones.

PARADAS NO PROGRAMADAS

Desde la entrada en Operación Comercial hasta el 30 de Junio de 1993 se han totalizado 35 paradas no programadas, de estas 24 las

F IV

DISPONIBILIDAD



En 1989, solucionado el problema que provocaba el incendio en los transformadores y reajustadas las protecciones eléctricas, el nivel de disparos se redujo sensiblemente y se diversifican las causas de disparo, pasando por errores humanos, fallo de equipos y estabilidad de la red. En este momento empiezan a confirmarse los dos principales problemas de causa de disparo, aparte de los errores humanos y que son, el control de agua de alimentación y la excesiva influencia de los transitorios en la red de 400 KV.

A partir de 1990, año en que no hubo ningún disparo, se entró en la normalidad con un nivel de promedio de disparos automáticos hasta Junio de 1993 de 1,7 disparos/año, nivel bastante bajo y se sigue trabajando para reducir aun más este ratio. Al mismo tiempo se han perfilado tres grupos como causas más comunes de disparo, que son: a) errores humanos, b) Control de Agua de alimentación y c) Causas externas por transitorios en la red de 400 Kv. Respecto a las paradas no programadas sin que se produjera actuación automática o manual del sistema de protección del reactor (ver gráfico V), desde el inicio de la operación comercial, se han producido 10, lo que da un promedio de 2 durante el citado período. En los gráficos

que acompañan al artículo de experiencia operativa, se dan los valores normalizados a 7000 horas de criticidad correspondientes a

los indicadores homologados internacionalmente.

MODIFICACIONES DE DISEÑO RELATIVAS A OPERACION

Desde el arranque de la planta se han incorporado numerosas modificaciones de diseño generadas por la propia experiencia operativa, avance en la industria, recomendaciones de suministrador principal, etc... De entre las modificaciones implantadas podemos mencionar como ejemplos significativos relacionados con la operación los siguientes:

- Instalación definitiva de un sistema de adquisición de datos de proceso. En apoyo al ordenador central de proceso "Proteus" se ha instalado un sistema de adquisición de datos de alta velocidad que representa una notable mejora en los análisis de transitorios.

- Instalación de un sistema de sincronización automática del grupo a la red.

- Construcción de un pequeño canal de descarga auxiliar de dimensión suficiente para los servicios necesarios en parada de recarga que permite la inspección y reparación del canal de descarga.

- Modificación de los embarrados de las bombas de carga y de servicios esenciales permitiendo mayor rapidez y seguridad al poner en servicio los equipos en reserva.

- Instalación de una torre de refrigeración para servicios no esenciales para funcionamiento en recarga.

- Implantación de un sistema de medida de nivel en los lazos de primario por ultrasonidos para la operación a media tobera.

- Instalación de un sistema de desgaseificación de primario en arranques.

- Reagrupación de las luces de estado de salvaguardias tecnológicas (Monitor Lights).

- Cambio del panel de control Electrohidráulico de Turbina.

- Instalación del sistema de mitigación de transitorios sin disparo de reactor (AMSAC).



C. N. Vandellós II desde L'Almadrava.

Detalle de sala de control.

