

CNEA - NT 3/79

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION INGENIERIA DE PROTECCION

INFORME DE PROGRESO
SEGUNDO SEMESTRE 1978

BUENOS AIRES
DICIEMBRE 1978

INFORME DE PROGRESO
SEGUNDO SEMESTRE AÑO 1978

Esta publicación presenta el informe de progreso correspondiente al segundo semestre de 1978 de la División Ingeniería de Protección, Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad.

En el presente informe se describen las tareas realizadas por los dos grupos de trabajo de la División: la Sección Ventilación y Blindajes y la Sección Instrumentación Especial.

Varios de los trabajos o desarrollos se encuentran en realización, en tanto que otros fueron finalizados y se encuentran en período de prueba o puesta a punto. También se describen en este informe trabajos, tareas de apoyo y asesoramiento tecnológico a distintas dependencias de la Gerencia y de la Institución.

Las diferentes tareas se han clasificado en cuatro temas principales:

- Análisis de los sistemas de ingeniería en seguridad nuclear
- Tecnología de la protección
- Instrumentación especial en radioprotección.
- Trabajos presentados y actividades docentes

Se agradece la colaboración y apoyo brindado por el Ing. Abel J. Gonzalez, Gerente de Protección Radiológica y Seguridad y el Ing. Camilo E. Paganini, Jefe del Departamento Seguridad Nuclear, así como a todos los integrantes del sector, destacándose la paciencia y habilidad de la Sra. María Quesada de Ferrero y de la Srta. Teresa L. Arias en la ejecución de este Informe de Progreso.

ING. PEDRO M. SAJAROFF

- INDICE -

I- Análisis de sistemas de ingeniería en seguridad nuclear.

PAGINA

1- Análisis del sistema de parada n°1 AECL-CANDU CHIOSSI, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	1
2- Análisis del sistema de parada n°2 AECL-CANDU CHIOSSI, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	10
3- Comparación de los dos sistemas de parada CANDU CHIOSSI, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	22
4- Análisis de los sistemas eléctricos AECL y KWU para la futura central Atucha II CHIOSSI, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	24
5- Consideraciones generales y evaluación de criticidad para los elementos combustibles del RPO (Perú). ASSANDRI, D.	35
6- Análisis del sistema de supervisión por computadora KWU ROCHETTI, L.	41

II- Tecnología de la Protección

7- Proyecto de una planta de prueba de embalajes para materiales radioactivos y fisionables MAJCHRZAK, J.	59
8- Instalación para la prueba de filtros MAJCHRZAK, J.; SERDEIRO, O.	63
9- Entrepiso para la planta de pruebas de filtros y modificaciones conexas MAJCHRZAK, J.; SERDEIRO, O.	64
10- Elementos constitutivos de recintos blindados. MAJCHRZAK, J.	66
11- Física de aerosoles CANAVESE, S.	76

III- Instrumentación especial en radioprotección

12- Sistema de ordenamiento de la información	
---	--

	<u>PAGINA</u>
de dosimetría personal NEETZEL, C.; ROCHETTI, L.	77
13- Anteproyecto de un densitómetro óptico con previsión para un terminal de micro- procesamiento acoplado NEETZEL, C.; ROCHETTI, L.	85
14- Aplicación de los micro-procesadores al monitoreo de las hijas de vida media corta del radón en minas de uranio. CHIARIANO, C.; ROCHETTI, L.; SAJAROFF, P.M.	86
15- Detector digital de picos aplicable a la granulometría de aerosoles CHIARIANO, C.	88
16- Monitor de pulso pletismográfico y electro- cardiograma: aplicación al seguimiento radiosanitario de irradiaciones parciales externas. BONINO, A.; PEREZ, A.; SAJAROFF, P.M.	93
17- Reducción del fondo de las cámaras propor- cionales empleadas en la determinación de contaminantes internos con ^{239}Pu . BONINO, A.; SEGADO, R.	99
18- Sistema automático de adquisición de datos micro-meteorológicos BONINO, A.; SAJAROFF, P.M.	100
19- Instalación de un sistema de registro de datos micro-meteorológicos en la Central Nuclear Atucha BONINO, A.; MANCHADO, M.; PEREZ, A.; SEGADO, R.	102
20- Boya batitermométrica BONINO, A.; GIUSTINA, M.; PAGANINI, C.; PEREZ, T.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	104
21- Escalímetro de rango automático CHIARIANO, C.	105
22- Monitor de yodo en tiroides GRANATA, J.; NEETZEL, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	111
IV- <u>Trabajos presentados y actividades docentes</u>	
23- Curso de introducción a las computadoras ROCHETTI, L.	118
24- Curso de introducción a los micro-proce- sadores. ROCHETTI, L.	119

	<u>PAGINA</u>
25- Valor pronóstico de la pletismografía en caso de irradiación externa parcial de las extremidades GIMENEZ, J.C.; SAJAROFF, P.M.	120
26- Controlador proporcional de temperatu- ra NEETZEL, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.	124
27- Participación en el curso de Protec- ción Radiológica y en el de Seguridad Nuclear CHIOSSI, C.; OJEDA, R.; SAJAROFF, P.M. SEGADO, R.	129
28- Participación en el curso para médicos y técnicos mineros SAJAROFF, P.M.	130

Sistema de Parada N°1 (Reactor CANDU-AECL).

1- Introducción

El método más simple de finalizar rápidamente con la operación del reactor cuando ciertos parámetros toman valores inaceptables es la apertura de resortes que sostienen a elementos absorbentes en posición de caída libre.

El sistema de parada n°1 emplea un sistema lógico triplicado independiente que sensa los requerimientos de disparo a fin de liberar oportunamente dichos elementos absorbentes en el moderador.

2- DESCRIPCION DEL SISTEMA

La filosofía de diseño se basa en la medición triplicada de cada variable y la acción de protección se inicia cuando dos canales cualesquiera de los tres de disparo dan la señal correspondiente para una dada variable o combinación de variables. En el sistema de parada n°1 se miden siete variables y la selección de las mismas es tal que hay parámetros de sentido redundantes para todas las categorías de fallas de proceso identificadas. Se provee también el sistema de control del Reactor, cuya acción reduce rápidamente la potencia previamente a cualquier requerimiento de la acción del sistema de corte. Las fallas de proceso, los respectivos parámetros de disparo y los detectores empleados en cada caso para el sistema de parada n°1 se detallan en la tabla I.

FALLA DE PROCESO	PARAMETROS DE DISPARO	DETECTOR EMPLEADO
PERDIDA DE REGULACION EN ALTA POTENCIA:		AUTO-ALIMENTADOS (SELF-POWERED) VERTICALES
ALTA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR)	
INTERMEDIA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR)	
LENTA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR MANUAL).	
PERDIDA DE REFRIGERANTE:		AUTO-ALIMENTADOS, TRANSMISORES DE PRESION, CAMARAS DE IONIZACION
GRANDE	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA $\frac{d}{dt} \log \text{ POT. NEUTR. O ALTA}$	
PEQUEÑA	PRESION EN EDIFICIO) BAJO FLUJO REFRIGERANTE (BAJO NIVEL EN PRESURIZADOR)	

FALLA DE PROCESO	PARAMETROS DE DISPARO	DETECTOR EMPLEADO
PERDIDA DE ALIMENTACION CLASE IV	ALTA PRESION EN EL TRANSPORTE DE CALOR (BAJO FLUJO REFRIGERANTE)	TRANSMISORES DE PRESION
PERDIDA DE REGULACION EN BAJA POTENCIA:		AUTO-ALIMENTADOS TRANSMISORES DE PRESION, CAMARAS DE IONIZACION.
TRANSPORTE DE CALOR PRESURIZADO	ALTA $d/dt \log \text{pot. neutr.}$ (ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR, ALTA POTENCIA NEUTRONICA)	
TRANSPORTE DE CALOR DESPRESURIZADO	ALTA $d/dt \log \text{pot. neutr.}$ (BAJO FLUJO REFRIGERANTE)	
FALLA EN EL CIRCUITO SECUNDARIO DENTRO DEL CONTENEDOR	ALTA PRESION EN EL EDIFICIO (BAJO NIVEL EN EL GENERADOR DE VAPOR, MANUAL).	TRANSMISORES DE PRESION
FALLA EN EL CIRCUITO SECUNDARIO FUERA DEL CONTENEDOR	BAJO NIVEL EN EL GENERADOR DE VAPOR (ALTA PRESION EN EL TRANSPORTE DE CALOR)	TRANSMISORES DE PRESION

TABLA I: fallas de proceso y parámetros de disparo cubiertos por el sistema de parada n°1. Para cada caso se detallan entre paréntesis los parámetros de disparo opcionales.

Nota: Dos parámetros de disparo adicionales a tener en cuenta son,
- manual
- tasa de conteo en el arranque.

2.1- Potencia neutrónica

Se la mide con 34 detectores auto-alimentados de platino separados de los del sistema de regulación.

Cada detector es en realidad un par, ya que hay uno de repuesto dispuesto en forma bifilar al activo. La canalización de los detectores es tal que cualquier incidente que inhabilite las señales de un dado par no evitará el disparo del reactor ante cualquier condición de diseño por pérdida de regulación.

La corriente de salida de los detectores es manejada por un amplificador lineal y se cubre del 5 al 150% de plena potencia.

Se proveen facilidades para verificar los circuitos de disparo por inyección de una corriente a la entrada del amplificador.

dor, lo cual permite verificar además la resistencia de aislamiento de cada detector.

2.2- Tasa del logaritmo de la potencia neutrónica, $d(\log \text{ pot. neutr.})/dt$.

Se proveen tres cámaras de ionización no-compensadas ubicadas en tres compartimentos separados en el lado B de la calandria.

Cada compartimento contiene un sistema de regulación de la cámara (en una cavidad separada dentro del compartimento) y un obturador para ensayo. Se han tomado las precauciones necesarias para minimizar la posibilidad de que agua liviana penetre en las cavidades de las cámaras.

El obturador es un pistón borado que permite aumentar el flujo en un 25%; la velocidad de desplazamiento del pistón es ajustable a fin de poder obtener las señales necesarias de tasa neutrónica. Este ensayo, iniciado desde la sala de control, verifica simultáneamente cada par de cámaras de ionización del sistema de parada n°1 y del sistema de regulación. La corriente de salida de cada cámara es manejada por un amplificador que provee

- el logaritmo de la potencia neutrónica
- la potencia neutrónica (lineal)
- la tasa del logaritmo de la potencia neutrónica y de las tres señales, sólo la última se usa como parámetro de disparo (el cual es a su vez un parámetro condicionante para disparo por bajo flujo).

2.3- Presión en el sistema de transporte de calor.

La presión en el sistema de transporte de calor se mide en tres ubicaciones ampliamente separadas en cada uno de los cuatro "Headers" de salida del reactor. Esta instrumentación provee las señales de disparo por alta presión y la señal para las válvulas de compensación de transporte de calor.

En la sala de control se prevee la posibilidad de ensayo del lazo en forma regular y el ensayo de apertura de las válvulas por medio de pulsadores. Cada canal de disparo puede ser verificado conectando a cada transmisor de presión una presión de ensayo ajustable.

2.4- Flujo del sistema de transporte de calor

Se lo mide con doce "feeders" representativos, tres en cada dirección a través del reactor y en ambos lazos refrigerantes.

Los elementos de flujo son instalados horizontalmente en los "feeders" de entrada a los canales de combustible especificados.

Desde la sala de control puede ensayarse el sistema aislando la zona de baja presión del transmisor de la línea de proceso e interconectando las de baja y alta; con ello se reduce la presión diferencial y se simula así una condición de bajo flujo.

2.5- Presión en el edificio del reactor.

Se prevee una medición triplicada de la presión del edificio del reactor. La instrumentación asociada a cada canal se instala en racks y se usa sólo un rack por canal. Desde la sala de control pueden realizarse ensayos regulares aplicando a cada transmisor de presión una señal ajustable, verificando así cada canal.

2.6- Nivel del generador de vapor.

El disparo por bajo nivel en el generador de vapor provee protección contra fallas en el circuito secundario. Se efectúan mediciones de nivel triplicadas en cada calentador de cada circuito de transporte de calor (en dos generadores de vapor diferentes a los empleados para el sistema de parada n°2).

Esta señal de disparo está condicionada al logaritmo de la potencia e incluye un retardo temporal ajustable para prevenir disparos espúreos.

Desde la sala de control puede ensayarse el sistema aislando un lado del transmisor de presión diferencial y conectándolo a una presión conocida.

2.7- Nivel del presurizador

Un bajo nivel en el presurizador es un parámetro de disparo efectivo para pequeños accidentes LOCA. A fin de permitir el secado del presurizador durante su mantenimiento se condiciona el disparo por medio de una llave manual de by-pass con alarma.

Se proveen niveles triplicados de medición en el presurizador y la instrumentación necesaria está enteramente separada de la del sistema de corte n°2 salvo las derivaciones de presión, que son compartidas por los dos sistemas de corte. Desde la sala de control puede verificarse cada canal simulando un bajo nivel del presurizador, haciendo que el transmisor vea una reducida presión diferencial.

2.8- Procesamiento lógico y ensayos

El diagrama en bloques se da en la figura 1.

Hay tres canales independientes, (D,E,F), los que tienen completa independencia y total separación física en sus fuentes de alimentación, sensores de parámetros de disparo, instrumentación, lógica de disparo y anunciadores (display, alarma, etc.). Las barras caen cuando 2 cualesquiera de los 3 canales disparan.

Las unidades de parada están divididas en dos grupos de 14 barras cada uno (con un total de 28); cada uno de ellos tiene una fuente de + 90V para alimentación de los embragues. La bobina de cada embrague está permanentemente energizada por medio de un relé (uno por bobina) el cual, al ser de alta capacidad en V A, soportará adecuadamente la corriente y tensión de excitación cuasi-permanente del embrague.

2.9- Elevación de las barras absorbentes y ensayo de caída.

La elevación (retirada) de los elementos absorbentes de parada es controlada por el sistema de regulación; todas las barras suben juntas y el ascenso se detiene si la tasa del logaritmo de la potencia neutrónica es mayor que 7% /segundo y si el error de potencia es positivo. El operador deberá poner a cero el programa para continuar con el proceso. Los motores y circuitos de comando son eléctricamente independientes de los circuitos de embragues, lo cual asegura una efectiva separación entre las funciones de control y de protección. Se provee una facilidad de ensayo de caída parcial de cada barra con propósitos de verificación durante la operación del reactor.

El ensayo se basa en la desenergización de un embrague durante un dado tiempo, lo cual permitirá a la barra asociada recorrer una cierta distancia.

El método permite controlar repetibilidad, no performance absoluta.

2.10- Distribución (LAYOUT).

Los alojamientos de las barras de parada están ubicados en una placa donde son accesibles los embragues, motores, potenciómetros, cajas de engranajes, etc.

Para el embrague y el motor, los circuitos y cables correspondientes están separados a fin de mantener separación entre los canales de regulación y de protección.

Los contenedores de la lógica de manejo de la unidad de parada, de disparo y fuentes de alimentación asociadas están ubicados en la sala de equipamiento de control, al lado de la sala de control. Además, cada canal del sistema de corte está separado de los otros dos (dentro de la sala de equipamiento de control).

En un área separada de la sala de control está ubicado el conjunto de alarmas, llaves y pulsadores manuales para ensayo, indicadores, etc. del sistema (incluyendo el comando de parada manual).

La disposición es tal que se minimiza la posibilidad de fallas de modo común con el sistema de parada nº2 y con el sistema de regulación.

2.11- Alimentación

Cada canal del sistema de parada nº1 está alimentado a través de clase II canalizada. La lógica es tal que la pérdida de alimentación en un canal se traduce en el disparo del mismo. Las alimentaciones a la instrumentación neutrónica y a los transmisores de proceso están dispuestas similarmente y tal que si un canal deja de tener alimentación (por pérdida de Clase II o por quemado del fusible individual asociado), el nivel de salida de dicho canal es el de disparo. Otros tipos de fallas internas son menos probables y dan alarma en sala de control.

2.12- Confiabilidad

El requerimiento de diseño de no-disponibilidad es a lo sumo

1×10^{-3} .

Con 26 barras cualesquiera del total de 28 operando y con 2 de las 3 señales de disparo de la lógica de parada se asegura la acción de parada del reactor.

No se considera en el análisis de no-disponibilidad la ocurrencia de más de un parámetro de disparo simultáneamente.

2.13- Ensayo.

Se provee una facilidad de ensayo para cada variable monitoreada tal que puede simularse la condición de disparo para cada canal. La frecuencia de ensayo se establece en función de la no-disponibilidad y los ensayos se documentan como una parte del procedimiento de operación.

3- Análisis del Sistema de Parada n°1.

En base al "Código de Práctica sobre el Diseño para la Seguridad de Centrales Nucleares" de IAEA y considerando la información suministrada por AECL hasta la fecha, puede concluirse que

- 3.1- Se cumplirían ciertos requisitos mínimos de seguridad en lo referente al punto 4.4, Parada del Reactor, que se transcriben a continuación:

"Para la parada del reactor se dispondrán dos sistemas distintos. Cada uno de ellos podrá desempeñar su función en caso de un fallo único. Uno de ambos sistemas, por lo menos, será por sí sólo capaz de hacer al reactor sub-crítico rápidamente con un adecuado margen de seguridad en cualquier situación operacional o de accidente".

"Mediante el uso de instrumentos y la realización de pruebas se comprobará que los sistemas de parada funcionan de la manera debida".

"Durante el funcionamiento normal en régimen de potencia de la central se podrá utilizar una parte de los sistemas de parada para fines de control de la reactividad y de la forma del flujo".

Se desconoce si se cumplen los siguientes requisitos mínimos del mismo punto y tema, a saber:

"Se dispondrán sistemas adecuados para asegurar la parada del reactor en todas las condiciones de accidentes, incidentes operacionales previstos y funcionamiento normal y para mantener parado al reactor aún en condiciones de máxima reactividad del núcleo. La efectividad y rapidez de acción de dichos sistemas serán tales que no se excedan nunca los límites especificados".

"Al juzgar la idoneidad de los sistemas de parada se deberá prestar especial atención a aquellas fallas que se puedan producir en cualquier parte de la central a consecuencia de los cuales pueda quedar inoperante un sector de los sistemas de parada".

"Los sistemas de parada deberán ser adecuados para impedir que el reactor alcance criticidad de manera incontrolada. Para ello se deberán tomar en consideración las operaciones deliberadas que aumenten la reactividad durante la situación de parada (tales como el desplazamiento del absorbente para operaciones de mantenimiento y la recarga de combustible), conjuntamente con un fallo único en cada sistema de parada".

- 3.2- Se cumplirían ciertos requisitos mínimos de seguridad en lo referente al punto 2.9, Disposiciones para las pruebas, mantenimiento, reparación, inspección y vigilancia durante el servicio, que se transcriben a continuación:

"Las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad deberán diseñarse de modo que ofrezcan suficiente nivel de confiabilidad. Excepto en los casos que más adelante se indican, esas estructuras, sistemas y componentes deberán asimismo estar diseñados de modo que puedan probarse, mantenerse, repararse, inspeccionarse y vigilarse para comprobar su capacidad funcional durante toda la vida útil de la central y según normas de eficiencia en correspondencia con las funciones de seguridad que hayan de desempeñar".

Se desconoce si se cumple además el siguiente requisito del mismo punto y tema, a saber:

"Tales operaciones deberán poder realizarse sin indebidos riesgos radiológicos para el personal del emplazamiento".

- 3.3- Se cumplirían las exigencias de redundancia y diversidad (funcional) en los requisitos mínimos de seguridad establecidos en el punto 2.10, Fallo único (2.10.1, Introducción). Dicho punto fija "los requisitos específicos para determinar dos sistemas y componentes que tienen que desempeñar importantes funciones de seguridad para las que es imprescindible una muy elevada confiabilidad. Tal nivel de confiabilidad exige, además de muy alta calidad, el empleo en los casos necesarios de estructuras, sistemas y componentes redundantes y, cuando sea apropiado, diversos, dentro de un sector del equipo bien sea para mitigar las consecuencias de un suceso iniciador postulado o para desempeñar otra importante función de seguridad".

Se desconoce si la diversidad es también de equipamiento.

Nota: se presupone que se cumplen las exigencias de muy alta calidad, dado el valor de no-disponibilidad.

- 3.4- Se presupone que el grado mínimo de redundancia del sistema de Parada nº1, dos de tres, cumple con lo establecido en el punto 2.10.1 de fallo único, a saber:

"El grado mínimo de redundancia será el que garantice que los requerimientos de seguridad seguirán cumpliéndose en todo suceso iniciador postulado a pesar de que se produzca un fallo aleatorio concebible de un componente que se supone que contribuye a una función de seguridad importante y necesaria para mitigar las consecuencias de tal suceso".

3.5- Se cumplirían los requisitos mínimos de seguridad establecidos en el punto 2.14 en lo que respecta a la separación física salvo a nivel del presurizador donde las derivaciones de presión son compartidas por los dos sistemas de Parada (ver Nivel del Presurizador, punto 2.7 de la presente publicación).

3.6- Se desconoce si se cumplen en su totalidad los requisitos mínimos de seguridad en lo que respecta al punto 2.12, Elementos Auxiliares del sistema de Seguridad, a saber:

"Los elementos auxiliares del sistema de seguridad tienen por finalidad realizar funciones esenciales para dicho sistema; tales elementos son el agua de refrigeración, los lubricantes, el aire comprimido, los fluidos hidráulicos, la corriente eléctrica, etc. Los dispositivos respectivos deberán ser confiables, redundantes y capaces de aislamiento y poderse someter a pruebas de que su funcionamiento está en concordancia con los requisitos de los sistemas de seguridad a que pertenecen". En la información disponible de AECL, en lo que respecta al sistema de n°1, sólo se tiene información descriptiva de la alimentación eléctrica.

3.7- Se cumpliría el requisito mínimo de seguridad establecido en el punto 5.3,

"En general se deberá evitar la inter-conexión de los sistemas de protección y de control"

Ello se detalla explícitamente en el Layout del equipamiento del sistema de Parada n°1 así como en la Elevación de las barras absorbentes y ensayo de caída.

3.8- Para un análisis completo del sistema de Parada n°1 sería necesario disponer de información técnica adicional,

- tasas de falla de los componentes involucrados,
- diagrama lógico del sistema
- diagrama de flujo de señales
- árboles de fallas
- filosofía y criterio de diseño de los circuitos de lógica mayoritaria.

FIGURA N°1 : Sistema de Parada n°1
CANDU-AECT

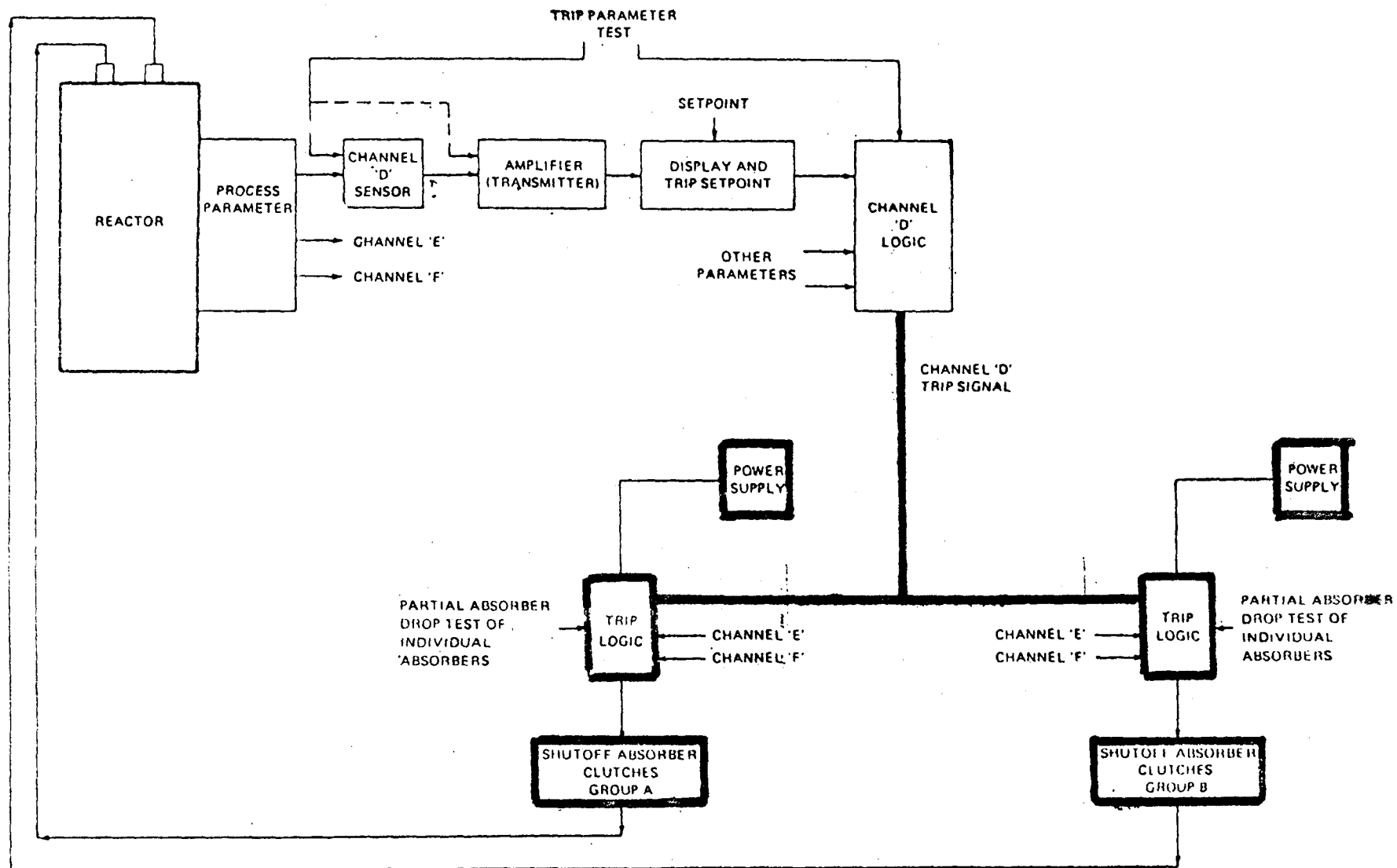


FIGURE 2.10.4-1

SHUTDOWN SYSTEM NO. 1 - BLOCK DIAGRAM

Sistema de Parada n°2, (Reactor CANDU-AECL).

1- Introducción

Un segundo método de terminar rápidamente con la operación del reactor cuando ocurren ciertas combinaciones de fallas es la inyección rápida de solución concentrada de nitrato de gadolinio en el moderador por medio de seis conductos horizontales. El sistema de parada n°2 emplea un sistema lógico triplicado independiente que sensa los requerimientos para esta parada de emergencia y abre válvulas de acción rápida para inyectar el gadolinio como veneno en el moderador por medio de helio a presión.

El sistema de parada n°2 tiene suficiente velocidad y reactividad negativa como para mantener la liberación de radioactividad al público dentro de los límites permitidos aún con el conducto más efectivo fuera de servicio. Según AECL, el análisis preliminar muestra que este sistema inyecta - 55 mk en 2 segundos; ello puede llevarse a cabo con 5 de los 6 conductos de inyección de veneno. La presión de helio, los niveles de disparo y el tiempo de respuesta de los sensores son tales que se cumplen los requerimientos de velocidad.

En la tabla II se detallan las fallas de proceso, los parámetros de disparo y los detectores empleados en cada caso para el sistema de parada n°2.

FALLAS DE PROCESO	PARAMETROS DE DISPARO	DETECTORES
PERDIDA DE REGULACION EN ALTA POTENCIA Y FALLA DEL SISTEMA DE CORTE N°1:		AUTO-ALIMENTADOS, TRANSMISORES DE PRESION
RAPIDA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSP.CALOR)	
INTERMEDIA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSP.CALOR)	
LENTA	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR, MANUAL).	
PERDIDA DE REFRIGERANTE:		AUTO-ALIMENTADOS, CAMARAS DE IONIZACION, TRANSMISORES DE PRESION
GRANDE	ALTA POTENCIA NEUTRONICA (ALTA TASA LOG.POT.NEUTR.)	
PEQUEÑA	BAJA AP EN EL NUCLEO (BAJO NIVEL EN EL PRESURIZADOR)	
PERDIDA DE CLASE IV	ALTA PRESION TRANSPORTE CALOR (BAJA AP EN EL NUCLEO)	TRANSMISORES DE PRESION

FALLAS DE PROCESO	PARAMETROS DE DISPARO	DETECTORES
PERDIDA DE REGULACION EN BAJA POTENCIA:		CAMARAS DE IONIZACION, TRANSMISORES DE PRESION, AUTO-ALIMENTADOS,
TRANSPORTE DE CALOR PRESURIZADO	ALTA TASA LOG.POT.NEUTR. (ALTA PRESION TRANSP.CALOR O ALTA POT.NEUTRONICA)	
TRANSPORTE DE CALOR DESPRESURIZADO	ALTA TASA LOG.POT.NEUTR. (BAJA AP EN EL NUCLEO)	
FALLA EN EL CIRCUITO SECUNDARIO DENTRO DEL CONTENEDOR	BAJO NIVEL GENERADOR DE VAPOR (ALTA PRESION TRANSPORTE DE CALOR, MANUAL)	TRANSMISORES DE PRESION.
FALLA EN EL CIRCUITO SECUNDARIO FUERA DEL CONTENEDOR	BAJO NIVEL GENERADOR DE VAPOR (ALTA PRESION TRANSPORTE DE CALOR)	TRANSMISORES DE PRESION

TABLA II: FALLAS DE PROCESO, PARAMETROS DE DISPARO Y DETECTORES ASOCIADOS AL SISTEMA DE PARADA N°2

Nota: ENTRE PARENTESIS, PARAMETROS DE DISPARO OPCIONALES (SE INCLUYE LA POSIBILIDAD DE DISPARO MANUAL).

2- DESCRIPCION DEL SISTEMA

La filosofía de diseño se basa en la medición triplicada de cada variable e iniciando una acción protectora cuando dos cualesquiera de los tres canales de disparo actúan por disparo de cualquier variable o combinaciones de variables.

Se miden seis parámetros que pueden iniciar la parada del reactor y su selección es tal que hay sentido redundante para todas las categorías identificadas de falla de proceso. Además los parámetros de disparo del sistema de parada n°2 difieren, cuando es practicable, de los del sistema n°1.

2.1- Potencia neutrónica

Se mide con siete conjuntos de detectores de flujo "in-core", constituidos por veintitres pares de detectores auto-alimentados de platino que penetran en la calandria por el lado D. Cada par consiste en un detector activo y uno de repuesto bobinado bifilar. Los detectores son del tipo "double-ended", lo que permite la inyección de una corriente de ensayo a fin de verificar continuidad.

Estos detectores están separados del sistema de regulación y del de parada n°1.

La corriente de salida del detector se inyecta a un amplificador lineal con un rango de 0 a 150% de plena potencia. Estos amplificadores son diferentes de los empleados en el sistema de parada n°1.

Se proveen facilidades de ensayo para verificar el circuito de disparo y la resistencia de aislación de cada detector; las señales y niveles de

disparo se presentan en la sala de control.

2.2- Tasa del logaritmo de la potencia neutrónica

Para monitorear $d(\log.\text{pot. neutr.})/dt$ se proveen tres cámaras de ionización no-compensadas ubicadas en compartimentos separados a un costado de la calandria; cada compartimento dispone de dos cavidades separadas para alojar, cada una, una cámara y un obturador (shutter) para ensayos.

El obturador consiste en un pistón borado capaz de aumentar el flujo en la zona de las cámaras generando una tasa neutrónica superior al 30%/segundo; su operación se comanda desde la sala de control.

La corriente de salida de cada cámara va a un amplificador que da tres salidas,

- el logaritmo de la potencia neutrónica
- tasa de potencia neutrónica (lineal)
- tasa del logaritmo de la potencia neutrónica de los cuales sólo la última se emplea en el sistema de disparo.

El diseño del sistema de parada nº2 contempla cámaras de ionización y amplificadores provistos por fabricantes diferentes a los del sistema de parada nº1.

2.3- Presión en el sistema de transporte de calor.

Se monitorea en tres ubicaciones muy separadas de un "header" de salida de cada lazo de transporte de calor. Los transmisores de presión se montan en racks canalizados y ensayos regulares de los lazos se hacen desde la sala de control. La acción correcta de disparo de cada canal puede verificarse conectando una presión conocida de ensayo a cada transmisor de presión.

2.4- Presión diferencial de transporte de calor.

El flujo refrigerante se infiere de un total de doce mediciones diferenciales de presión en cada circuito de transporte de calor y para cada "header" de entrada y salida.

El ensayo puede llevarse a cabo desde la sala de control aislando la zona de baja presión del transmisor de la línea de proceso, y conectándola a una presión ajustable lo que simula una condición de bajo flujo.

El disparo está condicionado a una potencia mínima del reactor, fijada tentativamente en un 5% de plena potencia; la señal de potencia proviene de las cámaras de ionización empleadas para disparo por alta tasa del logaritmo de la potencia en el sistema de parada nº2.

2.5- Nivel del generador de vapor.

El disparo por bajo nivel del generador de vapor provee protección contra fallas en el circuito secundario; para ello se efectúan mediciones triplicadas de nivel en un generador de vapor de cada circuito de transporte de calor.

Nota: los dos generadores de vapor monitoreados son diferentes a los del sistema de parada nº1.

Este disparo está condicionado al logaritmo de la potencia e incluye un retardo temporal ajustable para prevenir disparos espúreos.

El ensayo se efectúa desde la sala de control aislando uno de los lados del transmisor de presión diferencial, lo que si mula un AP bajo.

2.6- Nivel del presurizador

Un bajo nivel en el presurizador es uno de los parámetros efectivos para disparo por pequeños accidentes LOCA, pero es necesario condicionar este disparo para permitir el secado del presurizador durante el mantenimiento. Ello se hace por medio de una llave manual de by-pass con alarma.

Se proveen lazos de medición triplicados con la instrumentación respectiva enteramente separada de la del sistema de pa rada n°1. Las derivaciones de presión están compartidas por los dos sistemas de parada.

El ensayo se efectúa desde la sala de control aislando el transmi sor de presión diferencial de la derivación de presión y concectándolo a una dada presión conocida; con ello se obtiene un bajo AP, correspondiente a una baja presión simulada en el presurizador.

2.7- Lógica de procesamiento y ensayo

Hay tres canales independientes desde la ubicación de los sensores a los relés de disparo y las válvulas de apertura rápida de helio. Se usa coincidencia general o sea, cualquier combinación de señales de disparo de cualquiera de los parámetros en dos de los tres canales iniciará la inyección de veneno. La configuración de las válvulas de veneno, dos de tres, y bajos requerimientos de consumo en las válvulas solenoide permiten obtener un diseño simple y confiable; además, los relés de parámetros de disparo desenergizan directamente las válvulas solenoide.

En la figura 1 se da un diagrama bloque simplificado de un canal del sistema de inyección de veneno líquido. Como dispositivivos lógicos se emplean relés de acción rápida.

Para cada canal se emplean pulsadores para disparo manual en la sala de control y simultáneamente, en el cubículo de cada canal se provee un ensayo manual local.

Por medio de interlocks se bloquea el ensayo de un canal si ya otro está en estado de disparo.

Hay dos válvulas de inyección de veneno y un espacio intervalvular asociado para cada canal del sistema de parada n°2.

Una vez ensayado un canal, la lógica es tal que por diseño se bloquea durante 10 minutos el ensayo de otro canal; ello tiene por objeto que se estabilice la presión de helio en el espacio inter-valvular.

2.8- Distribución (LAYOUT)

Las válvulas de apertura rápida de presión de helio y los tanques de veneno están ubicados fuera del edificio del reactor y son accesibles durante la operación del mismo.

Las cámaras de ionización y los detectores in-core del sistema de parada n°2 están montados horizontalmente y los cables respectivos van por conductos separados de los del sistema n°1. Los cubículos contenedores de la lógica de cada canal están ubicados en la sala de control secundaria. Dado que no se usa coincidencia local, no hay conexiones cruzadas entre la lógica de disparo de cada canal desde los sensores hasta las válvulas. Los comparadores de disparo están montados en cubículos separados de los anteriores pero dentro también de la sala de control secundaria tal que los niveles de disparo no son accesibles al operador desde la sala de control primaria.

El diseño incorpora precauciones de salvaguardias para asegurar que el acceso a estos cubículos se haga sólo bajo estricto control administrativo.

En la sala de control primaria se ubica un panel perteneciente al sistema de parada n°2; en él están montadas las alarmas, llaves selectoras de ensayo de disparo de canal, indicadores, pulsador de disparo manual e instrumentos.

2.9- Alimentación

Cada canal del sistema de parada n°2 está alimentado por clase II separada canalizada. La lógica e instrumentación es de diseño tal que cada canal dispara frente a una pérdida de alimentación, incluyendo quemado del fusible. En estas condiciones, la alimentación eléctrica puede restaurarse por medio del sistema Eléctrico de Emergencia. Por lo tanto, a través de la instrumentación de disparo puede monitorearse el sistema de alimentación del reactor.

El sistema eléctrico de emergencia, EPS, está diseñado para proveer una fuente alternativa de potencia frente a eventos tales como

- terremoto de base de diseño
- pérdida de clase IV y clase III.
- accidente de pérdida de refrigerante (LOCA) seguido por un terremoto de diseño del emplazamiento

El sistema eléctrico de emergencia provee la alimentación necesaria a

- bombas y válvulas del sistema de agua de emergencia,
- bombas de enfriamiento de emergencia del núcleo y ciertas válvulas del mismo sistema,
- grupo 2 de sistemas de control y seguridad para operación manual de la estación desde la sala de control secundaria. El grupo 2 comprende el sistema de parada n°2 y el sistema contenedor.

2.10- Descripción mecánica

En la figura 2 se da un esquema simplificado.

El sistema consiste en una botella de helio presurizado que se conecta, a través de seis llaves que configuran un doble conjunto de tres, a un "header" de helio que va a los tanques de veneno. Las válvulas son de apertura rápida y tales que la pérdida de alimentación del aire inicia la inyección de veneno. La con-

centración de la solución de nitrato de gadolinio es de 8000mg/Kg de gadolinio en D₂O, equivalente a 6000 mk en el moderador (una vez totalmente dispersada).

Cada tanque de veneno se conecta a un conducto horizontal de Zircaloy-2 de sección extruída conteniendo varios centenares de agujeros de inyección.

Entre la solución veneno y el moderador hay una interfase líquido-líquido localizada por debajo de cada tanque de veneno y en la rama vertical de un tubo en U. La interfase se mueve por difusión desde la solución de gadolinio (de alta densidad) hacia la calandria; por ensayos se ha demostrado que en condiciones normales, la difusión es de 5 mm/día. Se proveen sondas de conductividad para detectar cuando la interfase se acerca al máximo del tubo en U. Mediante alarmas provenientes de estas sondas, la línea se hace retroceder y el tanque asociado se rellena con solución fresca de nitrato de gadolinio.

Esta operación se debe hacer dos veces por año en condiciones normales y una de ellas puede coincidir con la prueba anual del sistema entero.

Este procedimiento asegura que la concentración de veneno se mantiene por encima de un mínimo aceptable. Por análisis se ha demostrado que la reactividad del sistema es insensible a variaciones significantes de la concentración de la solución veneno.

Los tanques de veneno están a menor altura que el nivel del moderador; los tanques son sobre-llenados y la interfase entre la solución y el helio está por encima del tanque en un tubo de pequeña sección, con lo cual variaciones en el nivel del moderador dan sólo por resultado un pequeño movimiento de veneno en el gran tubo de inyección.

Cada tanque de veneno contiene una bola flotante de polietileno; cuando se inicia la inyección, el helio transfiere el veneno a la calandria y la bola es llevada hasta el fondo del tanque (por gravedad y por la presión del gas) para prevenir el ingreso de helio a la calandria.

La bola tiene también por función el restringir el movimiento del veneno en el tanque por variaciones en el nivel del moderador, tal como ya se mencionó.

Cada tanque de veneno puede ser aislado por llaves manuales ubicadas en los conductos del gas y del veneno a fin de permitir mantenimiento y ensayo sin anular el sistema de parada. Si más de un tanque es aislado, una alarma avisa al operador.

Se hacen mediciones duplicadas, por medios diferentes, de la presión de helio y del nivel de solución en cada tanque de veneno. Con una lógica uno de dos se da alarma en sala de control.

2.11- Evaluación del diseño.

En base a los resultados de análisis preliminares de ensayos de inyección de veneno efectuados por AECL, se tiene una no-disponibilidad del sistema de parada n°2 de 1×10^{-3} como máximo; la real es del orden de 1×10^{-4} .

3- Análisis del sistema de Parada n°2.

En base al "Código de Práctica sobre el Diseño para la Seguridad de Centrales Nucleares" de IAEA, considerando la información suminis-

trada por AECL hasta la fecha y con referencia al análisis efectuado para el sistema de Parada n°1, puede concluirse que:

- 3.1- Se cumplirían los párrafos primero y segundo de los seis transcriptos en el punto homónimo del análisis correspondiente al sistema de Parada n°1.
El párrafo tercer no tendría porqué cumplirse, puesto que ya lo cumpliría el sistema de parada n°1.
Se desconoce también si se cumplen los párrafos cuarto y sexto.
Respecto del párrafo quinto cabe mencionar que las estructuras químicas, mecánicas y fluídicas del sistema de parada n°2 son exteriores al edificio del reactor en sí y no se aclara explícitamente si las mismas están calificadas. Además, se dispone de seis tanques de solución pero de uno sólo de helio, lo cual constituiría un "cuello de botella". Tampoco se sabe, por no estar explicitado, si las mencionadas estructuras están diseñadas con criterios adecuados en cuanto a la distribución, separación física y diversidad funcional como para poder soportar eventos externos naturales y/o eventos inducidos por el hombre y/o eventos internos de fallas de proceso (ver 3.8 de este Sistema de Parada)
- 3.2- Para el punto homónimo se cumpliría el primer párrafo transcripto y se desconoce también el cumplimiento del segundo.
- 3.3- Para el punto homónimo se cumpliría el párrafo transcripto y además se cumpliría la diversidad en el equipamiento (caso de las cámaras de ionización y amplificadores).
- 3.4- Para el punto homónimo se presupone también que el grado de redundancia es el adecuado para el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad.
- 3.5- Para el punto homónimo se cumpliría el párrafo transcripto y tal como en el sistema de parada n°1, no hay separación e independencia física a nivel de las derivaciones de presión en el presurizador (ya que son compartidas).
- 3.6- Para el punto homónimo se desconoce si se cumple la totalidad de los requisitos del párrafo transcripto, por ejemplo con el aire comprimido.
- 3.7- Para el punto homónimo se cumplirían los requisitos del párrafo transcripto.
- 3.8- Se desconoce, por no estar ello explicitado, si las estructuras, sistemas y componentes de sistema de parada n°2 contemplen la posibilidad de sufrir los efectos de incendio y explosiones.
De acuerdo al punto 2.14 del Código mencionado, Protección contra incendios y explosiones, se requiere que
"Las estructuras, sistemas y componentes de importancia para la seguridad se diseñarán y ubicarán de modo que, sin

infringir otros requisitos de seguridad, resulten mínimas tanto la probabilidad como los efectos de incendios y explosiones ocasionados por sucesos adicionales a los fenómenos naturales, a los sucesos imputables al hombre y a sus combinaciones. Este objetivo se conseguirá mediante la adecuada incorporación de piezas duplicadas, de sistemas diversos, de separaciones físicas y la operación segura en caso de falla. Siempre que sea posible se utilizarán en toda la central materiales incombustibles, retardadores del fuego y resistentes al calor, en particular en lugares tales como en la contención y en la sala de mandos. Se impondrán sistemas de detección y de extinción de incendios que tengan la capacidad y las características adecuadas. Los sistemas de extinción se diseñarán y situarán de modo que su rotura o entrada accidental en funcionamiento no perjudiquen apreciablemente la capacidad de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la Seguridad". Las conclusiones obtenidas para el sistema de Parada nº2 en este punto son aplicables además al sistema de Parada nº1 y al sistema Eléctrico de Emergencia.

- 3.9- Tal como en el caso del sistema de Parada nº1, para un análisis completo del sistema nº2 sería necesario disponer de información técnica adicional,
- tasas de fallas de los componentes involucrados,
 - diagrama lógico del sistema,
 - diagrama de flujo de señales,
 - árboles de fallas,
 - filosofía y criterio de diseño de los circuitos de lógica mayoritaria.

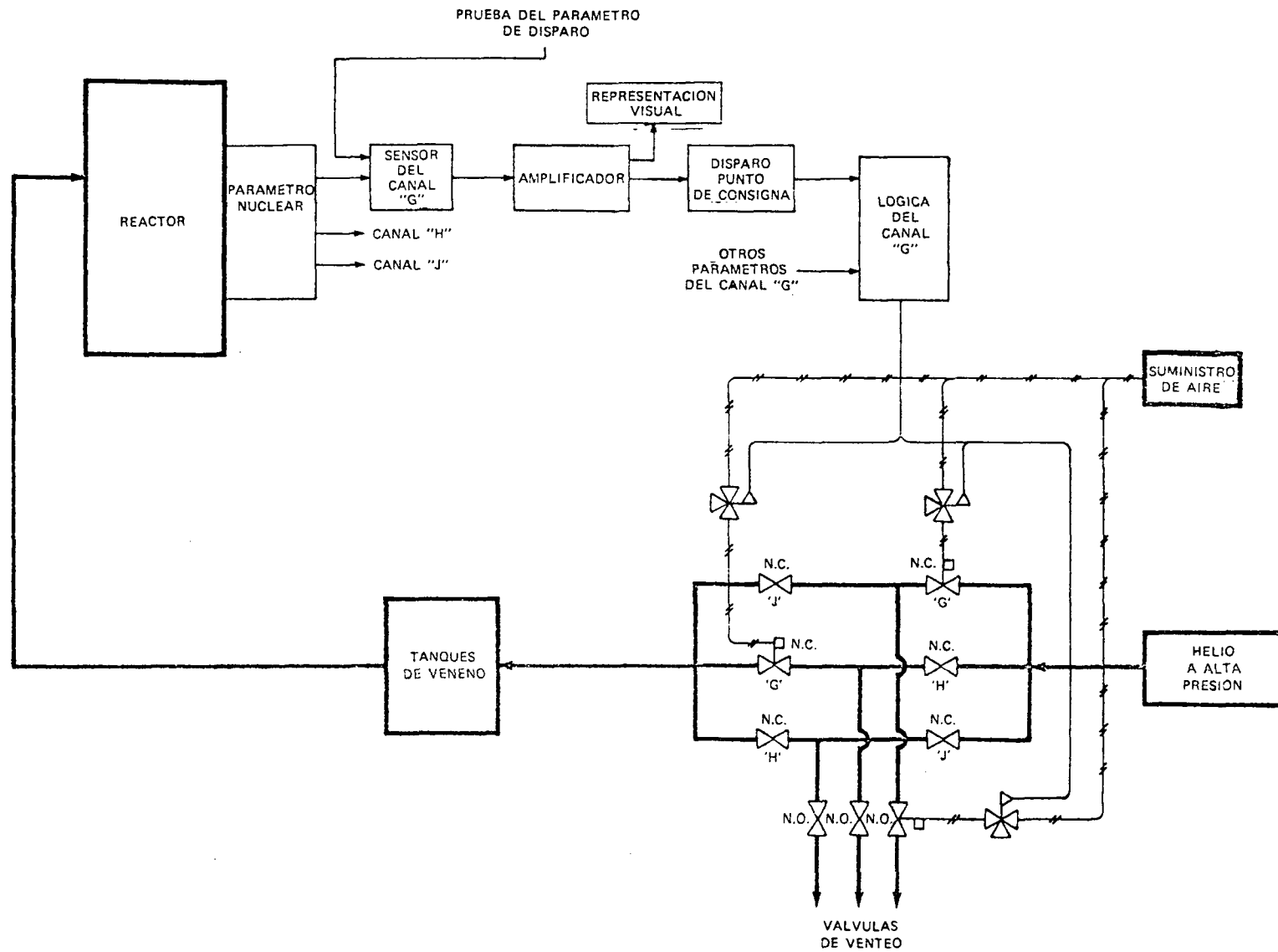
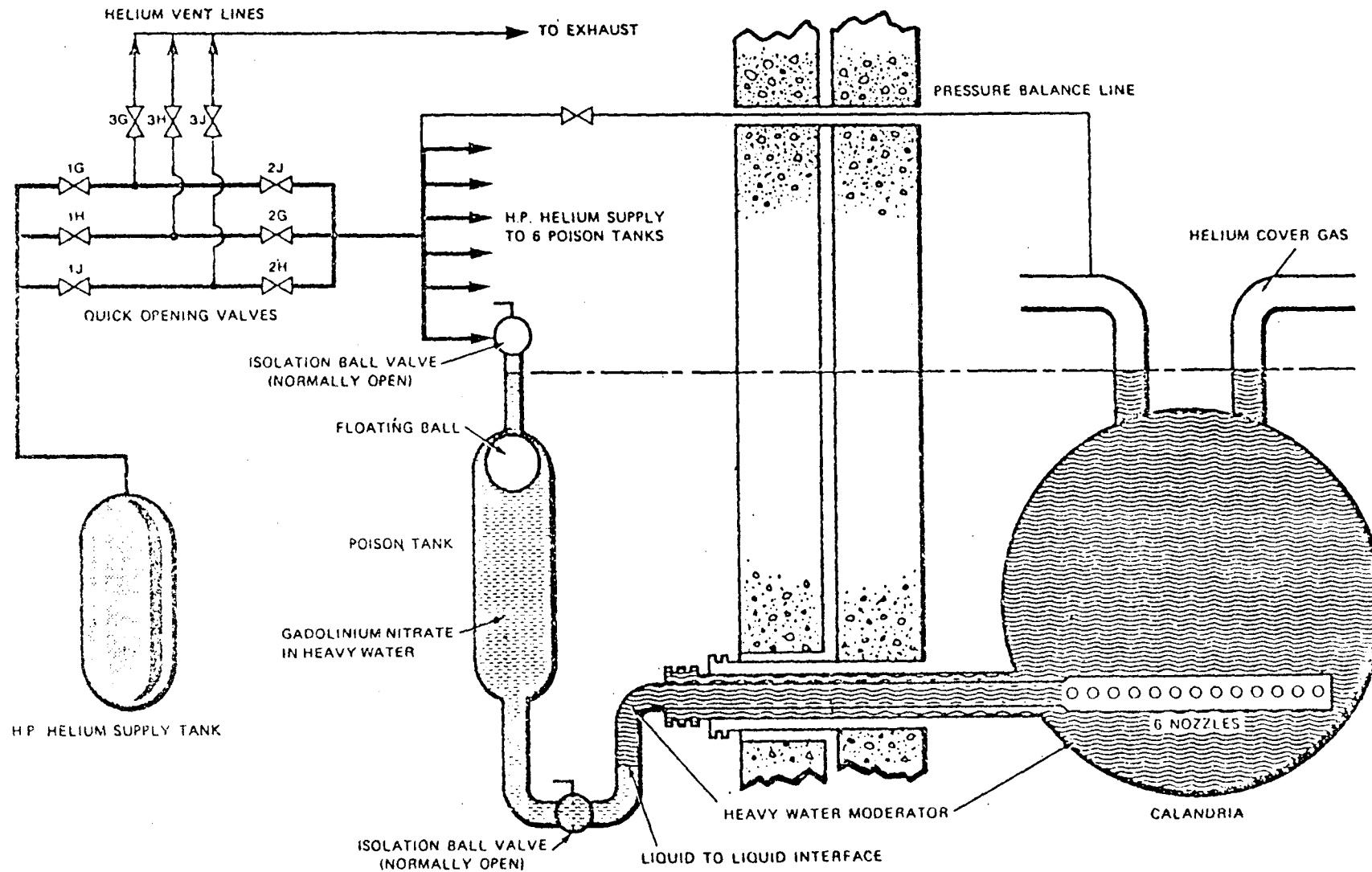


FIGURA 1 SISTEMA DE PARADA NO. 2 - DIAGRAMA EN BLOQUE

FIGURA Nº 2 : Sistema de parada nº 2
CANDU AECL



50 00000

FIGURE 2.10.5-3 SHUTDOWN SYSTEM NO. 2

Revision 1
JUNE 1978

- SISTEMAS DE PARADA: REACTOR CANDU -

FALLA DE PROCESO	SISTEMA DE PARADA N°1 PARAMETRO DE DISPARO	SISTEMA DE PARADA N°2 PARAMETRO DE DISPARO
PERDIDA DE REGULACION EN ALTA POTENCIA :		
RAPIDA	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR)	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP.CALOR)
INTERMEDIA	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR)	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP.CALOR)
LENTA	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR; MANUAL)	ALTA POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP.CALOR; MANUAL)
PERDIDA DE REFRIGER. :		
GRANDE	ALTA POT.NEUTR. (ALTA TASA LOG.POT.NEUTR.; ALTA PRESION EDIFICIO)	ALTA POT.NEUTR. (ALTA TASA LOG.POT. NEUTR.)
PEQUEÑA	BAJO FLUJO REFRIG. (BAJO NIVEL EN PRESURIZA DOR)	BAJA AP EN NUCLEO (BAJO NIVEL EN PRE SURIZADOR)
PERDIDA DE CLASE IV	ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR (BAJO FLUJO REFRIG.)	ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR (BAJA AP EN NUCLEO)
PERDIDA DE REGULACION EN BAJA POTENCIA:		
TRANSP. CALOR PRESUR.	ALTA TASA LOG.POT.NEUTR. (ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR; ALTA POT. NEUTR.)	ALTA TASA LOG.POT.NEUTR. (ALTA PRE SION SIST. TRANSP. CALOR)
TRANSP. CALOR DESPRESUR.	ALTA TASA LOG.POT. NEUTR. (BAJO FLUJO REFRIG)	ALTA TASA LOG.POT. NEUTR. (BAJA AP EN NUCLEO)
FALLA CIRC. SECUND. DENTRO CONTENE DOR	ALTA PRESION EDIFICIO (BAJO NIVEL GENER. VAPOR MANUAL)	BAJO NIVEL GENER. VAPOR (ALTA PRE SION SIST. TRANSP. CALOR; MANUAL)
FALLA CIRC. SECUND. FUERA CONTENE DOR	BAJO NIVEL GENER. VAPOR (ALTA PRESION SIST. TRANSP. CALOR)	BAJO NIVEL GENER. VAPOR (ALTA PRE SION SIST. TRANSP. CALOR)

NOTA: ENTRE PARENTESIS, PARAMETROS DE DISPARO ALTERNATIVOS.
LAS FALLAS DE PROCESO SON COMUNES A LOS DOS SISTEMAS DE PARADA.

MEDICION

PARAMETRO DE DISPARO	SISTEMA 1	SISTEMA 2
POTENCIA NEUTRONICA	34 DETECT.AUTO-ALIMEN.DE PLATINO VERTICALES Y 34 DE REPUESTO	23 DETECT. AUTO-ALIMENT. DE PLATINO HORIZONT. Y 23 DE REPUESTO AMPLIF. DIFER.A LOS DEL SISTEMA 1.
PRESION SIST.TRANSP.CALOR	TRANSM.DE PRESION EN 3 UBICACIONES DE C/U DE LOS 4 HEADERS DE SALIDA	TRANSM.DE PRESION EN 3 UBICACIONES DE UNO DE LOS HEADERS DE CADA LAZO DE TRANSPORTE DE CALOR.
FLUJO SIST.TRANSP.CALOR	SE MIDE EN 12 HEADERS 3 EN CADA DIRECCION EN AMBOS LAZOS	-----
PRESION EDIFICIO REACTOR	MEDICION TRIPLICADA UN RACK POR CANAL	-----
NIVEL GENERADOR VAPOR	MEDICION TRIPLICADA EN UN CALENTADOR DE DOS DE LOS 4 GENER.DE VAPOR	MEDICION TRIPLICADA EN DOS GENER.DE VAPOR DISTINTOS A LOS DEL SIST. N°1.
NIVEL PRESURIZADOR	MEDICION TRIPLICADA CON DERIVACIONES DE PRESION COMPART. CON SISTEMA N°2.	MEDICION TRIPLICADA EN 3 LOOPS DISTINTOS A LOS DEL SISTEMA N°1 PERO CON DERIVACS.COMPARTIDAS.
PRESION DIFERENCIAL SIST. TRANSP. CALOR	-----	SE MIDE FLUJO REFRIG. CON 12 MEDICIONES AP.
TASA DEL LOG.DE LA POTENCIA NEUTRONICA	MEDICION TRIPLICADA CON CAMARAS DE IONIZACION NO-COMPENSADAS	-----
TASA DE CONTAJE EN EL ARRANQUE		-----
SISTEMA DE PARADA REACTOR CANDU-AECL		

ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE PARADA N° 1 y 2

CANDU AECL-NIRA (*).

- 1.- Con referencia al "Código de Práctica sobre el Diseño para la seguridad de Centrales Nucleares" de IAEA, punto 4.4 (Parada del Reactor), se desconoce si los dos sistemas de parada cumplen los siguientes requisitos mínimos de seguridad:

"Se dispondrán sistemas adecuados para asegurar la parada del reactor en todas las condiciones de accidentes, incidentes operacionales previstos y funcionamiento normal y para mantener parado el reactor aún en condiciones de máxima reactividad del núcleo. La efectividad y rapidez de acción de dichos sistemas serán tales que no se excedan nunca los límites especificados".

"Al juzgar la idoneidad de los sistemas de parada se deberá prestar especial atención a aquellas fallas que se puedan producir en cualquier parte de la central a consecuencia de las cuales pueda quedar inoperante un sector de los sistemas de parada".

"Los sistemas de parada deberán ser adecuados para impedir que el reactor alcance criticidad de manera incontrolada. Para ello deberán tomar en consideración las operaciones deliberadas que aumenten la reactividad durante la situación de parada (tales como el desplazamiento del absorbente para operaciones de mantenimiento y la recarga del combustible), conjuntamente con una falla única en cada sistema de parada".

- 2.- Para el punto 2.14 del mencionado Código, no se cumpliría el criterio de separación física a nivel del presurizador (las derivaciones de presión son compartidas por los dos sistemas de parada).
- 3.- Se desconoce si los dos sistemas de parada cumplen todos los requisitos mínimos de seguridad del punto 2.12, Elementos Auxiliares del Sistema de Seguridad,

"Los elementos auxiliares del sistema de seguridad tienen por finalidad realizar funciones esenciales para dicho sistema; tales elementos son el agua de refrigeración, los lubricantes, el aire comprimido, los fluidos hidráulicos, la corriente eléctrica, etc. Los dispositivos respectivos deberán ser confiables, redundantes, capaces de aislamiento y poder someterse a pruebas de que su funcionamiento está en concordancia con los requisitos de los sistemas de seguridad a que pertenecen".

Solo se tiene información descriptiva de la alimentación eléctrica para el sistema de parada N° 2, vía EPS.

- 4.- Se desconoce si las estructuras químicas, mecánicas, electromecánicas y fluídicas del sistema de parada N° 2 están

calificadas como para soportar los efectos de incendios, explosiones, fenómenos naturales, sucesos imputables al hombre y sus combinaciones.

- 5.- En el sistema de parada N°2 es posible que el hecho de disponer de un único tanque de helio pueda llegar a construir un "cuello de botella".
- 6.- Se desconoce si las llaves o pulsadores de acción manual pueden llegar a quedar, por falla o inadvertencia, en sentido contrario al de la seguridad (ejemplo: caso de las llaves de los tanques de solución veneno) simultáneamente con una falla de modo común.
- 7.- En los dos sistemas de parada N° 2 se da una cifra de no-disponibilidad no mayor de 10^{-3} . Dado que no se explicita si en los ensayos efectuados por AECL se han tenido en cuenta los efectos del medio ambiente (radiación, temperatura, etc) propio de una central nuclear y la ocurrencia simultánea de más de un único parámetro de disparo, cabe preguntar si ese número es realmente representativo de la realidad.
- 8.- En los sistemas de parada CANDU la lógica mayoritaria es (dos de tres).

Cabría saber si el programa de verificación y mantenimiento de este sistema (n+1) hace que se disponga de una confiabilidad similar a la de un sistema (n+2).
- 9.- Si bien se han adoptado precauciones de salvaguardias para asegurar que el acceso a los paneles de los comparadores de disparo del sistema de parada N°2 se efectúa sólo bajo estricto control administrativo, cabría conocer si en el acceso a la sala de control secundaria se han previsto precauciones "interlock" con alerta en sala de control principal.
- 10.- Para un análisis completo de los dos sistemas de parada sería necesario disponer de información adicional,
 - árboles de falla de cada sistema,
 - tasas de falla de los componentes involucrados,
 - criterios de diseño de los sistemas lógicos, etc.

(*): En base a lo informado, AECL y NIRA usan los mismos sistemas de parada.

Análisis de los Sistemas Eléctricos del informe de "Atomic Energy of Canada Limited", AECL, y del estudio factibilidad de "Kraftwerk Union", KWU, para la futura central Atucha II.

CHIOSSI, C.; SAJAROFF, P.; SEGADO, R.

1.- INTRODUCCION.

Se presenta el análisis de los sistemas eléctricos que figuran en el informe de AECL y en el estudio de factibilidad de KWU para la futura central Atucha II.

En el informe de AECL la alimentación eléctrica está dividida en cuatro categorías o clases, en base a requisitos de confiabilidad.

Las clases se definen de la siguiente manera:

Clase IV: alimentación (alterna) de todas las cargas que pueden tolerar una larga interrupción en el suministro de energía eléctrica sin poner en peligro los equipos de la central o afectar la seguridad del personal.

La Clase IV comprende:

13800 V	trifásico
4160 V	"
480 V	"
380/220 V	"

Clase III: alimentación (alterna) normalmente derivada desde el sistema de Clase IV, pero tal que en el caso de la pérdida de alimentación Clase IV se alimenta desde grupos generadores Diesel "stand-by" in-situ. Las cargas alimentadas por la Clase III deben ser capaces de tolerar cortas interrupciones en el suministro de energía eléctrica sin dejar de desempeñar sus funciones.

La Clase III comprende:

4160 V	trifásico
480 V	"
380/220 V	"

Clase II: alimentación (alterna) de alta confiabilidad para equipos de protección, sistemas relacionados con la seguridad y circuitos de control que no pueden tolerar las interrupciones en el suministro de energía eléctrica experimentadas por el sistema de Clase III.

La Clase II comprende:

120 V monofásico
208 V trifásico
480 V "

Clase I: alimentación (continua) de alta confiabilidad para equipos de protección, sistemas relacionados con la seguridad y circuitos de control que operan en corriente continua.

La Clase I comprende:

48 V c.c.
250 V c.c.

En las figuras N° 1 y 2 pueden verse los diagramas unifilares del sistema eléctrico del informe AECL. La figura N° 1 presenta el diagrama general de distribución de energía eléctrica para la central en tanto que la figura N° 2 da el diagrama de alimentación eléctrica de emergencia. Este último sistema está pensado para alimentar los sistemas de seguridad del Grupo 2 (sistema de corte N° 2 y Sistema Contenedor) cuando la alimentación eléctrica normal de este grupo está inutilizada o la sala de control principal es inhabitable. El sistema eléctrico de emergencia es sísmicamente calificado y puede alimentar las bombas del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo en caso de un "LOCA" seguido de terremoto.

En el estudio de KWU no se hace una división explícita del sistema eléctrico en clases como en el informe canadiense; sin embargo analizándolo y comparándolo con el de AECL, surge que el criterio básico es el mismo. Por lo tanto, a los efectos comparativos, se ha supuesto que el sistema eléctrico de KWU está también dividido en cuatro clases análogas a las del sistema AECL. El sistema eléctrico del estudio de KWU puede verse en la figura N° 3.

El equivalente de Clase IV está formado por las barras principales BBA-BBB-BBC y BBD de 10 KV trifásico, las BFB y BFC de 660 V trifásico y las BFF-BFG-BHA-BHB-BHC y BHD de 380/220 V trifásico que, alimentadas directamente desde las barras principales anteriores, también forman parte del equivalente de Clase IV. Las barras BUB y BUC de 220 V c.c. no se con-

sideran pues no interesan desde el punto de vista de la seguridad. La Clase IV equivalente se identificará en lo sucesivo con: Clase IV BB.

El equivalente de Clase III está formado por las barras principales BDA-BDB-BDC y BDD de 10 KV trifásico, por las barras BMA-BMB-BMC y BMD de 660 V trifásico y por las barras BME-BMF-BMG y BMH de 380/220 V trifásico, directamente alimentadas de las anteriores. La Clase III equivalente se identificará en lo sucesivo con: Clase III BD.

El equivalente de Clase II está formado por las barras principales BRA-BRB-BRC y BRD de 380/220 V trifásico, la barra BRE de 380/220 V trifásico y la barra BRG de 220 V monofásico. La Clase II equivalente se identificará en lo sucesivo con: Clase II BR.

Finalmente el equivalente de Clase I está formado por las barras principales BVA-BVB-BVC y BVD de 220 V c.c. y las barras BVN-BVP-BVQ y BVR de 48/24 V c.c. La Clase I equivalente se identificará en lo sucesivo con: Clase I BV.

2.- COMPARACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL INFORME AECL Y DEL ESTUDIO DE KWU.

2.1.- Clase IV y Clase IV BB.

2.1.1.- Informe AECL: La Clase IV consta de dos barras principales A y B de 13,8 KV que en condiciones normales se alimentan, una de ellas desde el turbo-generador de 24 KV y la otra, desde la red de 132KV.

Las barras son interconectables de tal manera que cualquiera de los dos transformadores puede alimentar a cualquiera de las dos barras. No se explicita la posibilidad de alimentar la central desde la red de 500 KV.

2.1.2.- Estudio de KWU: Las cuatro barras principales de Clase IV BB (BBA-BBB-BBC y BBD) no pueden interconectarse directamente. Sólo se pueden interconectar entre sí y a uno de los secundarios del transformador alimentado desde la red de 132 KV las barras BBA y BBB; ídem e independientemente, las barras BBCy BBD. En condiciones normales las cuatro barras son alimentadas por dos transformadores conectados al turbo-generador de 21 KV. Cuando por lo menos uno de los dos transformadores falla, estas barras se alimentan desde la red de 132 KV a través del transformador correspondiente.

La central puede ser alimentada desde 21 KV y/o desde 132 KV; también se la puede alimentar desde 500 KV y/o 132 KV.

- 2.1.3.- Conclusiones para la Clase IV y Clase IV BB: Como se supone que la falta parcial de la Clase IV (o respectivamente Clase IV BB) es equivalente a la falta total de la Clase IV (o Clase IV BB) desde el punto de vista del corte ("shut-down") de la central y como la falta de la Clase IV no pone en peligro ni a la central ni al personal, no se observan ventajas o desventajas entre el sistema del informe AECL (que divide a Clase IV en dos barras) respecto al sistema presentado en el estudio de KWU (que divide a Clase IV BB en cuatro barras) y viceversa.

Por otra parte en el estudio de KWU la central puede alimentarse desde la red de 500 KV, cosa que no es posible aparentemente en el reactor CANDU (en el informe no está explicitado); esto es una ventaja para el reactor KWU. En cambio hay una ventaja para el CANDU en el hecho de que si falla uno cualquiera de los dos transformadores (el del turbo-generador ó el de 132 KV) no es necesario parar el reactor para su reparación (pues cualquiera de los dos transformadores puede ser aislado de la red), cosa que no sucede en el KWU ya que la falla de uno de los dos transformadores auxiliares alimentados por el turbo-generador obliga a la parada del reactor para su reparación (pues según el esquema eléctrico no se podría conectar la alimentación de los primarios).

2.2.- Clase III y Clase III BD.

- 2.2.1.- Informe AECL: La Clase III consta de dos barras principales E y F de 4,16 KV interconectables alimentadas desde las dos barras correspondientes de Clase IV o en su defecto, con dos generadores Diesel (con un tiempo de puesta en régimen no mayor de dos minutos).

Cada generador Diesel puede a su vez alimentar el 100% de la carga Clase III. Hay además tres barras de 480 V Clase III alimentadas en forma redundante, a través de llaves mecánicas de transferencia desde las barras K-L-M y N Clase III.

- 2.2.2.- Estudio de KWU: Las cuatro barras principales de la Clase III BD (BDA-BDB-BDC y BDD) están alimentadas desde las barras respectivas de Clase IV BB (BBA-BBB-BBC y BBD) o en su defecto, de generadores Diesel (con un tiempo de puesta en régimen no mayor de 15 seg.).

De los cuatro generadores Diesel "stand-by", con sólo dos se puede lograr una parada segura del reactor.

2.2.3.- Conclusiones para la Clase III y Clase III BD:

En el informe AECL hay redundancia uno de dos para los generadores Diesel en lo que respecta a parada segura del reactor, ya que las barras respectivas son interconectables y cada generador es del 100%; en el estudio de KWU la redundancia es dos de cuatro.

En el reactor CANDU son necesarias maniobras para habilitar uno u otro generador Diesel; en cambio en el KWU, automáticamente con cualquiera de dos de los cuatro generadores Diesel se logra parada segura del reactor.

En el informe AECL la interconexión de 480 V Clase III es redundante, lo que constituye una ventaja. En el estudio de KWU no se aclara si está permitido alimentar la Clase III BD a partir de Clase II BR (por ejemplo la barra BMF, a través de (24) podría alimentarse desde la barra BRA en caso de fallar el transformador BMT 20).

En el informe AECL no se dice nada respecto del programa de mantenimiento de los generadores Diesel "stand-by", cosa que sí se informa en el estudio de KWU. Se presume que los motores Diesel y componentes asociados son análogos en confiabilidad y disponibilidad, tanto en el caso canadiense como en el caso alemán. La presunción se debe a que no hay información al respecto ni en el informe de AECL ni en el estudio de KWU.

2.3.- Clase II y Clase II BR:

2.3.1.- Informe AECL: La Clase II consta de tres barras de 120 V y dos barras de 480 V. La alimentación normal permite obtener la Clase II desde la Clase I.

Si falla la Clase I, la Clase II se obtiene desde la Clase III. Las barras homólogas de 120 V Clase II o 480 V Clase II no son interconectables; tanto las barras de 480 V Clase II como las de 120 V Clase II se alimentan desde 250 V Clase I o desde 480 V Clase III.

2.3.2.- Estudio de KWU: Las cuatro barras principales de la Clase II BR de 380/220 V (BRA-BRB-BRC y BRD) son alimentadas normalmente desde la Clase I BV (BVA-BVB-BVC y BVD respectivamente).

Si se interrumpe el suministro de Clase I BV en alguna de sus barras (por ejemplo BVA) se puede alimentar la barra de Clase II BR de la misma columna (o sea BRA) con el moto-generador auxiliar BRT 50, que a su vez puede ser alimentado desde cualquier otra barra de Clase I BV vía las cone-

xiones (26), (37) o (48).

Si el moto-generador auxiliar falla, se presume que se puede alimentar BRA desde BMF (que es Clase III BD) a través de la conexión (24).

También se presume que es posible usar cualquier moto-generador para alimentar cualquiera de las barras BR (por ejemplo, las barras BRA y BRB vía BRE con BRT 20), lo cual no está explicitado en el estudio de KWU.

- 2.3.3.- Conclusiones para Clase II y Clase II BR: En el estudio de KWU, la Clase II BR sería más confiable que la Clase II de AECL (aún si sólo es posible la utilización del moto-generador BRT 50 o en su defecto, la Clase III BD).

Cabe mencionar que los convertidores de continua a alterna para pasar de Clase I BV a Clase II BR (o de Clase I a Clase II en el informe AECL) son moto-generadores para el reactor KWU y estáticos en el CANDU. Se desconocen los MTBF respectivos.

2.4.- Clase I y Clase I BV:

- 2.4.1.- Informe AECL: La Clase I consta de seis barras (tres de 48 V c.c. y tres de 250 V c.c.).

Las barras homólogas no son interconectables.

- 2.4.2.- Estudio de KWU: La Clase I BV consta de cuatro barras principales (BVA-BVB-BVC y BVD) de 220V c.c. y cuatro barras (BVN-BVP-BVQ y BVR) de 48/24V c.c. Las barras de 220 V serían interconectables mediante la barra BVE y las llaves respectivas (BVA con BVE y las conexiones (26), (37) y (48)). No está dicho si se permite la operación simultánea con el moto-generador BRT 50.

Las barras de 48/24 V Clase I BV no son interconectables de acuerdo a lo indicado en el circuito unifilar.

- 2.4.3.- Conclusiones para Clase I y Clase I BV: No se observan ventajas o desventajas de la Clase I de 48 V c.c. AECL respecto a la Clase I BV de 48/24V c.c. KWU.

En cambio la Clase I BV de 220 V del estudio de KWU presenta ventajas respecto a la Clase I de 250V del informe AECL, siempre y cuando sea posible la interconexión de las barras respectivas vía BVE por razones de distribución de cargas.

Ni en el informe de AECL ni en el estudio de KWU se especifican, entre otras cosas,

- a) La capacidad y autonomía de las baterías.
- b) Si una sola batería puede alimentar más de una barra.

- c) Si los cargadores son o no redundantes.
- d) Si hay un programa de mantenimiento de las baterías y cargadores.

2.5.- Alimentación de Emergencia.

- 2.5.1.- Informe AECL: La alimentación de emergencia provee alimentación parcial a todas las clases. Tiene redundancia a nivel de la alimentación principal (cada Diesel soporta el 100% de la carga de emergencia) y a nivel de las bombas de enfriamiento (cada una es del 100%).
Pero hay "cuellos de botella": un solo transformador de 600 KVA, un solo transformador de 10 KVA y un solo rectificador de 9,6 KW. También hay un solo tanque de combustible para los dos generadores Diesel.
En el informe no se dice nada acerca del programa de mantenimiento de los Diesel, transformadores y demás componentes del sistema eléctrico de emergencia.
- 2.5.2.- Estudio de KWU: No existe una alimentación eléctrica de emergencia análoga a la de AECL.
Sólo posee los generadores Diesel "stand-by". Tampoco se aclara que función cumple el generador hidráulico que menciona.
- 2.5.3.- Conclusiones: Se considera que es una ventaja del informe AECL respecto al estudio de KWU el disponer de alimentación eléctrica de emergencia. KWU no lo prevee y llama "emergencia" a lo que AECL denomina "stand-by", o sea que en el caso alemán no se usa el término "emergencia" en el mismo sentido que en el canadiense.

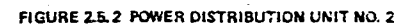
3.- CONCLUSIONES GENERALES:

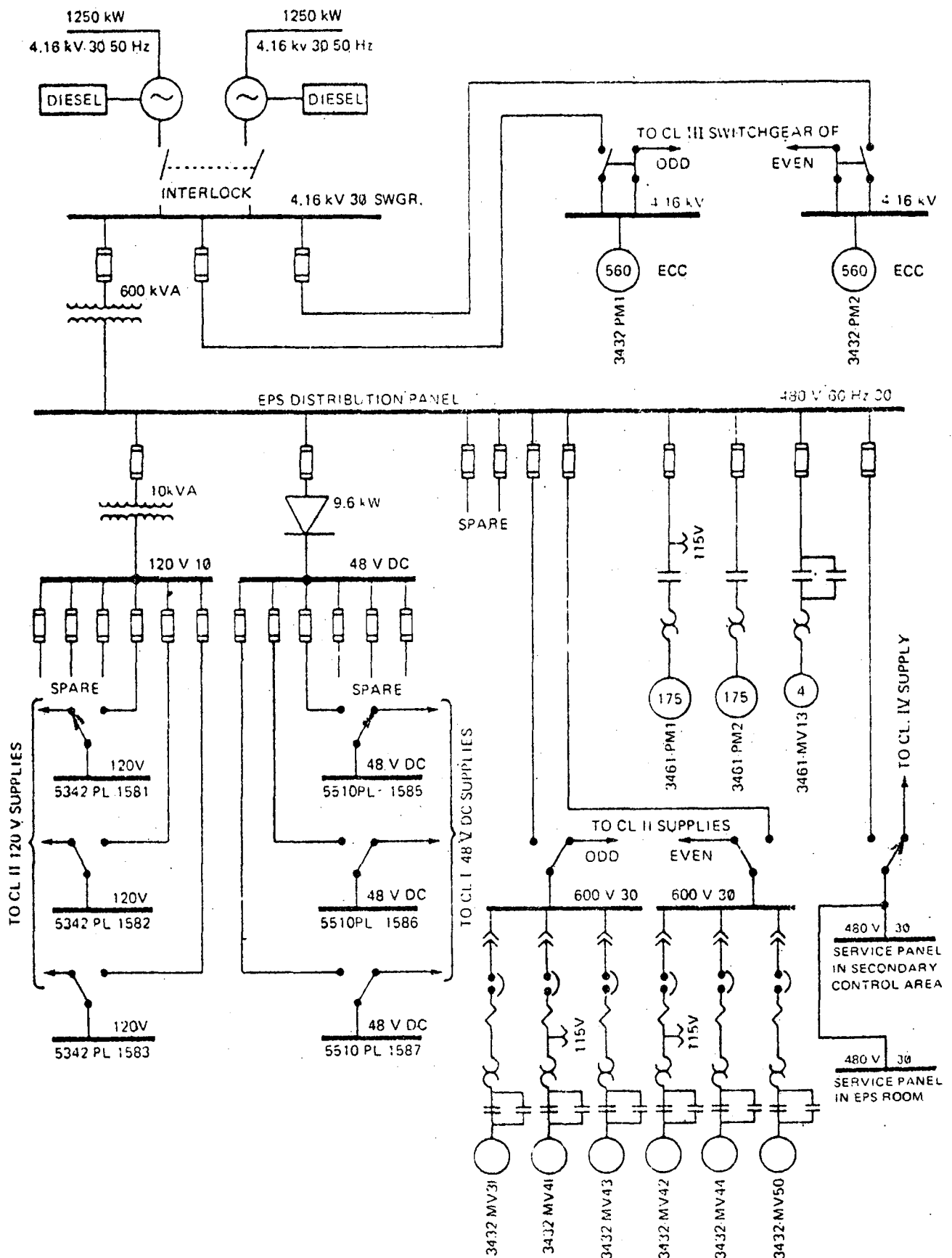
Del análisis y comparación realizados hasta la fecha surge que tanto el informe AECL como el estudio de KWU no son suficientemente explícitos en muchos puntos de interés.

Sería necesario conocer la manera de interconectar las distintas partes de los circuitos, diagramas circuitales y lógicos, las especificaciones de los distintos dispositivos y componentes, programas de mantenimiento, ritmo de fallas, condiciones ambientales de funcionamiento, etc. como para poder proseguir el análisis realizado empleando técnicas, tales como la del árbol de fallas, que permiten decidir de una manera más terminante cuál de los dos casos evaluados es el más conveniente.

Se entiende que este estudio ha sido enfocado desde el punto de vista de la seguridad, no contemplándose cuestiones de disponibilidad.

Resumiendo: en base a las razones expuestas y dado que no se cuenta hasta la fecha con mayor información los resultados presentados no son en modo alguno exhaustivos como para decidir cuál de los dos sistemas eléctricos es el más conveniente desde el punto de vista de la seguridad de la central. Sirven sí como una primera aproximación a tener en cuenta para una decisión posterior.





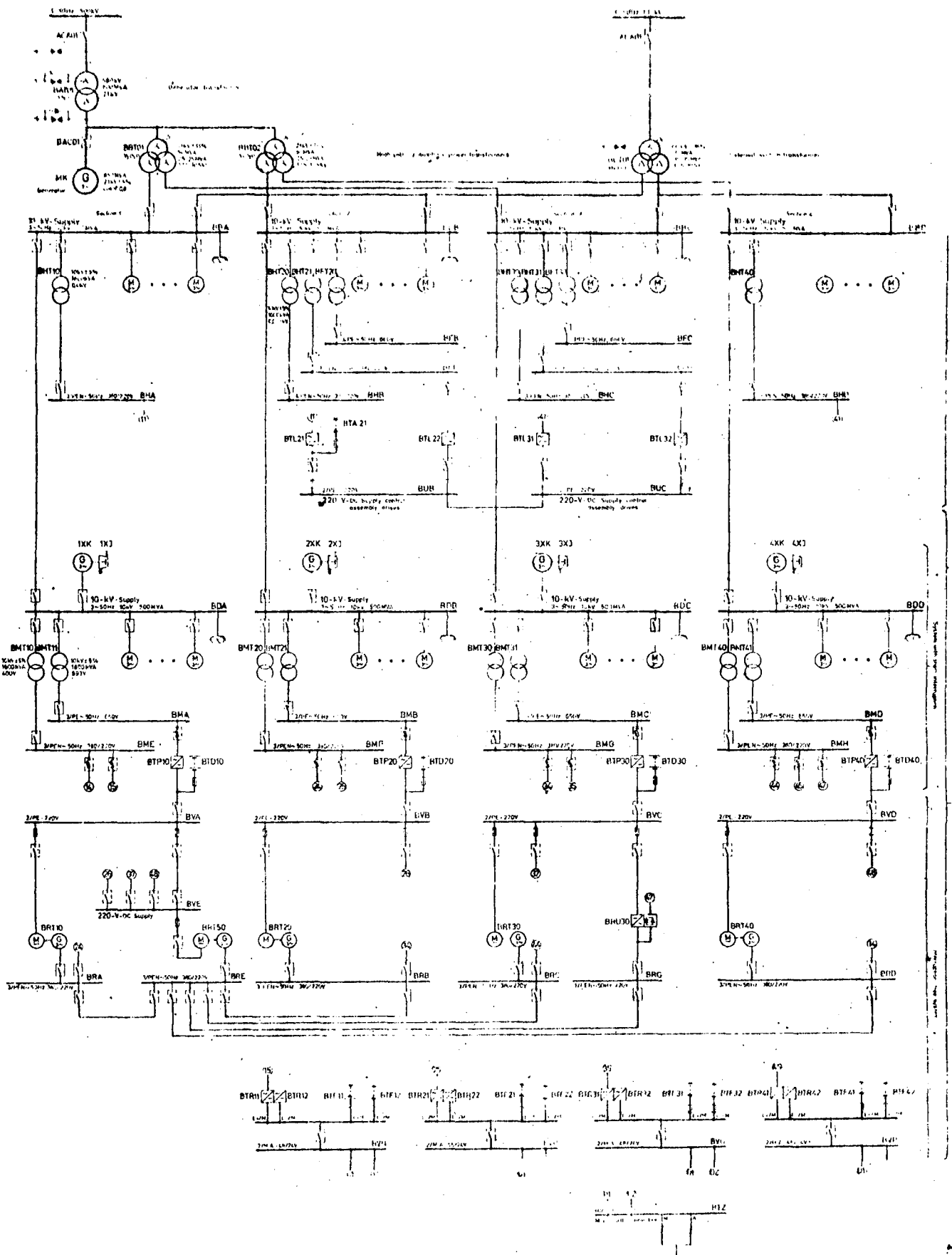


Figura N° 3.

CONSIDERACIONES GENERALES Y EVALUACION DE CRITICIDAD PARA
LOS ELEMENTOS COMBUSTIBLES DEL R.P.O (Perú)

ASSANDRI, D.

- GENERALIDADES

La criticidad en un sistema depende fundamentalmente de la interacción de los neutrones con la materia. De todas las reacciones que pueden ocurrir es la de fisión la que desempeña el rol más importante. Muy esquemáticamente, los neutrones se generan en el proceso de fisión, sufren ulteriores reacciones, algunos se pierden para el sistema y una cierta cantidad puede llegar a producir nuevas fisiones con la consecuente regeneración del ciclo. Si del análisis de esto surge que existe un incremento generalizado en la población neutrónica, el sistema se considera en estado supercrítico, si se mantuviera constante, el estado es crítico y si por el contrario la tendencia es a una disminución en el tiempo, el sistema se encuentra en estado subcrítico.

Son muchas y variadas las reacciones posibles entre los neutrones y la materia; éstas van desde el scattering puramente elástico (potencial o con formación de núcleo compuesto) hasta toda una gama de reacciones de absorción ($n, 2n$; n , part. carg.; n, γ ; n , fisión; etc) de todas ellas sólo la de fisión puede aportar energía cinética al sistema a la par que aumenta la población neutrónica - las reacciones ($n, 2n$), ($n, 3n$) carecen de importancia relativa frente a la fisión-

De la misma forma en que son tan diversas las reacciones neutrónicas, existe toda una gama de parámetros que actúan directa o indirectamente sobre el sistema, modificando las condiciones de criticidad.

Analizaremos brevemente su importancia relativa:

- La masa del material fisionable, al igual que el volumen o las dimensiones, es un parámetro de manejo práctico; en función de ella, tomada como referencia de condición de criticidad o de seguridad, se grafican o tabulan la mayoría de las variables que intervienen en un análisis crítico. Es individualmente un parámetro monótono actuando por adición directa, a mayor cantidad de átomos fisionables presentes existen más posibilidades de que se produzcan reacciones (n, f) y por ende de que el sistema incremente su reactividad.
- La geometría actúa directamente a través del volumen o las dimensiones con un comportamiento similar a la masa; es de considerar como importante también aquí la forma que adopta el sistema ya que la relación superficie/volumen puede aumentar o disminuir las pérdidas de neutrones, estas crecen en forma proporcional al incremento de la relación.
- La densidad del sistema actúa en forma directa sobre la reactividad, a mayor densidad, menor libre camino medio de los neutrones producidos y mayor chance de producir nuevas

fisiones. Referida a la masa crítica, a un incremento de densidad corresponde una disminución de la masa crítica.

- La moderación y el envenenamiento son manifestaciones parciales de cualquier elemento que forme parte del sistema junto con el material fisiónable e incluso de éste mismo; son fenómenos más que parámetros e indican la probabilidad que asiste a los neutrones generados en el sistema de disminuir su energía cinética quedando disponibles para el proceso de fisión o de ser capturados perdiéndose. Todos los materiales participan en mayor o menor grado de estas dos características y es precisamente la concentración de estos elementos en la mezcla la que actúa como parámetro. La existencia de un moderador favorece el proceso de fisión - por ser mayor la sección eficaz de fisión en la zona térmica - y los venenos disminuyen obviamente la población neutrónica del sistema. La reactividad no varía monótonamente con la concentración.

Al estudiar ésta para un elemento real que participa de ambas características pero en el que predomina la capacidad de moderación vemos que para valores bajos de ésta la masa crítica disminuye hasta un punto en que se hace mínima - grado óptimo de moderación - a partir de allí sucesivos incrementos en la concentración disminuyen la reactividad y la masa crítica aumenta por el hecho de que las probabilidades de producirse absorción, pequeñas individualmente, se hacen significativas ante la gran cantidad de núcleos del elemento en la mezcla.

- El enriquecimiento en el isótopo fisiónable desempeña el rol de aumentar la cantidad del nucleído en cuestión en detrimento de los otros isótopos cuyas secciones eficaces de captura son más significativas, por lo tanto se ve correspondido en todo caso con una disminución de la masa crítica.
- La homogeneidad es un parámetro cuya influencia sobre la reactividad del sistema no es uniforme; para bajos enriquecimientos - menores al 5% - la reactividad puede ser superior para un sistema heterogéneo con una distribución conveniente, en cambio para enriquecimientos superiores los sistemas homogéneos dan menores masas críticas que los heterogéneos en cualquier disposición.
- La temperatura actúa directa e indirectamente sobre el sistema, en el primer caso - en forma genérica - incrementos de temperatura determinan una disminución de la reactividad. En cambio para analizar los efectos secundarios que pueden producir estas variaciones al modificar los demás parámetros físicos, densidad, volumen, etc. debe estudiarse cada situación en particular.
- La reflexión producida por un medio exterior alimenta positivamente el balance neutrónico y por lo tanto aumenta la reactividad del sistema, la naturaleza del elemento reflector se constituye así en un parámetro importante, don

de sus características de moderación y absorción resultan relevantes.

- La interacción entre dos o más unidades representa otro factor positivo para el balance del sistema. Los neutrones que escapan de una de las piezas tienen cierta probabilidad de encontrar en su camino alguna de las otras y así, por ejemplo, unidades individualmente subcríticas pueden por efecto de la interacción llegar a constituir un sistema crítico.

Todos estos factores, someramente desarrollados, deben ponderarse con la mayor precisión posible en la intención de que las incertezas introducidas forzosamente en cada suposición no lleguen a invalidar la seguridad del análisis.

TRANSPORTE DE MATERIALES FISIONABLES ESPECIALES

- Trataré de enfocar específicamente ahora cómo se evaluó la seguridad por criticidad en el sistema constituido por los contenedores para los elementos combustibles del R.P.O. Perú. Lo usual y aceptado internacionalmente fue remitirse al "Reglamento para el transporte sin riesgos de materiales Radiactivos" publicado por la Agencia Internacional de la Energía Atómica; del estudio de la edición revisada 1973 STI / PUB / 323 - Revisión 1975, había surgido que lo más conveniente por razones de tiempo y seguridad de gestión era embalarlos en contenedores para material fisiónable clase I.

Clase I. corresponde a bultos nuclearmente seguros en cualquier número y disposición bajo todas las situaciones accidentales de transporte (previstas en un detallado análisis para la mencionada categoría).

Clase II. corresponde a bultos que en limitado número son nuclearmente seguros bajo cualquier condición accidental de transporte - estipuladas igual que en clase I.

Clase III. corresponde a bultos que son nuclearmente seguros en todas las circunstancias indeseables por motivos de precauciones especiales o procedimientos de control administrativo que lo garanticen.

Dentro de la clase I, subdividida a su vez en dos subcategorías, bultos de aprobación multilateral y de aprobación unilateral, se optó por la última utilizando para ello al ejemplo aprobado por la OIEA, para cuya descripción el reglamento dice textualmente:

Punto 612 (sección VI) "El embalaje estará construido de manera que las sustancias fisiónables que contenga queden rodeadas por una capa de material capaz de absorber neutrones térmicos incidentes (por ejemplo, una placa de Cd de 0,38 mm de espesor); esta capa absorbente estará a su vez

rodeada por una envoltura de madera de un espesor de 10,2 cm por lo menos, con un contenido de H de 6,5% en peso como mínimo, de modo que la menor dimensión exterior de dicha envoltura de madera no sea inferior a 30,5 cm". En el punto 613 especifica que en caso de accidente estas medidas deben pasar a ser como mínimo 9,2 cm y 28,5 cm respectivamente.

El contenedor realizado para este transporte tiene las siguientes características (sin analizar las últimas cubiertas exteriores, tambor 200 lts. y hormigón de vermiculita, que cumplen funciones de aislación mecánica e ignífuga pero que pueden no conservarse en caso de accidente):

Cubierta exterior: (caño de acero)

$\emptyset$ ext. = 345 mm altura = 750 mm
 $\emptyset$ int. = 305 mm

Cilindro de madera: (nogal)

$\emptyset$ ext. = 305 mm espesor pared = 95,5 mm
 $\emptyset$ int. = 114 mm.
 $\rho = 0,7 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$

Camisa interior: (caño de acero)

$\emptyset$ ext. = 114 mm
 $\emptyset$ int. = 102 mm

Placa interior de Cd:

espesor = 0,6 mm

Características de los Elementos Combustibles:

long. total = 657 mm
long. núcleo = 540 mm
 $\emptyset$ núcleo = 7,65 mm
 $\emptyset$ ext. = 9,65 mm
C del núcleo = 2,6 g Ut/cm³

Relación $\frac{U_{\text{tot}}}{\text{Graf}} = 2 \text{ g/g}$

masa UO₂ núcleo = 73g
masa U²³⁵ núcleo = 64g
masa U₂₃₅ núcleo = 12,8g
grado enriq. = 20%

Interpretando la reglamentación desde el punto de vista del diámetro crítico del cilindro, el cuadro XV de la sección VI permite observar que si el recipiente cumple con las condiciones del ejemplo y el compuesto fisiónable especial es un compuesto de Uranio cuyo contenido en U²³⁵ no excede de 4,8 gr/cm³ no existe límite de masa para transportar con seguridad por criticidad. Los Elementos Combustibles considerados tienen una C = 2,6 g Ut/cm³ lo que para un enriquecimiento del 20% da una concentración de 0,52 gr U²³⁵/cm³.

La evaluación crítica nació como una necesidad para verificar si los contenedores que en principio no se ajustaban exactamente al ejemplo aprobado tenían el margen de seguridad adecuado.

El análisis del problema se orientó en dos sentidos:

- 1) Verificar por el criterio del ángulo sólido si en la configuración más desfavorable y suponiendo totalmente dañados por un accidente la cubierta exterior (caño 12") y el cilindro de madera existía un margen de seguridad suficiente como para despreciar los efectos de la interacción y,
- 2) Verificar por comparación con las condiciones estimadas seguras en el ejemplo de la O.I.E.A. si las modificaciones introducidas resultan desfavorables y en que medida es dable esperar un cambio en su comportamiento.

En el caso 1) se llegó a la conclusión que el efecto de la interacción no era despreciable y en una configuración de ese tipo debía tenerse en cuenta.

En el caso 2) demostró que las modificaciones introducidas no afectaban las condiciones de seguridad y por lo tanto podía este recipiente adoptarse como clase I.

No obstante por razones de tiempo y al no resultar demasiado complicado se recomendó suplementar en el interior con un anillo de madera de 6,2 mm de espesor, dejando interior a él la placa de Cadmio. Realizado lo cual el mencionado bulto superaría las condiciones impuesta al ejemplo de clase I.

- ALMACENAMIENTO.

En la evaluación de la seguridad en el almacenamiento de materiales fisiónables especiales las condiciones no son tan rigurosas como para el transporte. En este último cada bulto a los efectos del análisis se comporta como si no fuera de un material fisiónable, ya que las cubiertas exteriores limitan el factor de multiplicación a un valor inferior a 1 (un0). Naturalmente que un sistema que cumpla con estas condiciones para su transporte es también seguro en un depósito.

Si en cambio los materiales fisiónables son almacenados sin los embalajes protectores, lo cual en la práctica sucede, el efecto de la interacción ponderado por medio del sistema del ángulo sólido o el método del albedo adquiere relevancia y debe ser evaluado.

En el almacenamiento los parámetros colectivos más importantes resultan: la distancia de separación entre elementos y la existencia de absorbentes, moderadores y/o reflectores en el sistema.

La evaluación del efecto de estos parámetros para determinar

la reactividad del conjunto debe ser hecha, en general, por medios computacionales.

Conceptualmente entonces, debe entenderse que los distintos parámetros individuales o colectivos, que intervienen en un análisis de seguridad por criticidad deben evaluarse para toda una gama de efectos y situaciones posibles que pueden en muchos casos ser contradictorios, o por lo menos obedecer a leyes no perfectamente determinados, lo que de alguna manera conduce al empleo de herramientas empíricas derivadas de resultados experimentales. Ningun parámetros puede subestimarse para la gestión segura de material fisiónable especial y un análisis detallado debe preceder a cualquier práctica que los involucre.

ANALISIS DEL SISTEMA DE SUPERVISION POR COMPUTADORA
ATUCHA II - KWU.

ROCCHETTI, L.

- SUMARIO
- INTRODUCCION
HARDWARE
DESCRIPCION
- DIAGRAMA DE BLOQUES
SOFTWARE
- FUNCIONES DEL SISTEMA
- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA
CONFIABILIDAD
- IMPLEMENTACION DEL HARDWARE CON VISTA A LA CONFIABILIDAD
- CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE CON VISTA A LA CONFIABILIDAD
- CONCLUSIONES
- SINTESIS DE SEGURIDAD

• SUMARIO.

El presente informe está basado en la información básica del sistema, proporcionada al presente por KWU en su oferta; por lo tanto no es exhaustivo y sólo permite dar una idea de los elementos principales en los que se apoya la confiabilidad operativa. En este informe se ha volcado la información mencionada en forma de diagramas de bloques y sinopsis adecuadas para una rápida comprensión de conjunto.

• INTRODUCCION.

El sistema de computación tiene asignada la función de supervisión compuesto de las siguientes tareas:

- 1.- Adquisición de datos importantes del proceso.
 - 2.- Registrar eventos del proceso.
 - 3.- Anunciación de fallas por medio de unidades de video.
 - 4.- Proveer facilidades de operación en forma de display o registros.
 - 5.- Proveer documentación para análisis de fallas.
 - 6.- Realizar evaluación de datos de instrumentación IN-CORE
- El sistema está compuesto de dos unidades centrales de proceso (CPU) con funciones divididas y un enlace de transmisión de datos entre ambos.
 - El procesador N° 1 realiza las funciones de ciclo corto incluídas los anuncios de alarmas.
 - El procesador N° 2 tiene asignada las tareas de computación intensivas y la evaluación de datos de instrumentación en el núcleo, como tareas principales.

HARDWARE.

DESCRIPCION:

El sistema está implementado sobre la base de dos unidades centrales de proceso (CPU) con bus de datos de 16 bits; cada CPU admite dos procesadores de entrada/salida independientes (cada uno de ellos de ocho canales).

El número de interfases puede ser ampliada por medio de una unidad de multiplexado.

Las unidades periféricas pueden comunicarse con la memoria central independientemente, sin interrupción de la secuencia del programa y sin usar al procesador central (DMA por robo de ciclo).

Como unidades de memoria periféricas se utilizan paquetes de discos removibles para programas con gran campo de datos.

Un sistema de memoria de cabeza fija se utiliza para llamar programas en ciclo corto.

1.- SISTEMA DE MONITOREO:

En caso de un mal funcionamiento del computador, realiza las siguientes tareas:

- Anuncia una alarma.
- Activa al sistema de anuncio de alarma cableada.
- Intercambia las interfases de entrada/salida y las unidades de video.
- Activa el programa de supervisión básica en el segundo procesador central.

2.- DISPOSITIVO DE INTERCAMBIO:

Cambia las interfases de ent./sal., memorias periféricas, interfases de proceso y dispositivos periféricos. Puede actuar manual o por control de programa.

3.- ENLACE DE DATOS (DATA-LINK):

Permite el intercambio de datos e instrucciones en ambas direcciones entre las unidades de proceso. La imagen de proceso es transmitida cíclicamente entre ambos procesadores.

Un segundo enlace entre el segundo procesador y el computador de control del sistema AEROBALL permite la transferencia de datos desde el mencionado sistema.

4.- UNIDADES PERIFERICAS:

Tres teleimpresoras standard con teclado, lector de cinta y perforador, una para el especialista en SOFT para entrada y

salida de datos relacionados con el sistema operativo.

Una para entrada y salida de datos de cálculo.

Y otra para funciones de entrada/salida a pedido del personal de cuarto de control protegida contra errores de operación.

Tres impresoras rápida para salida de registros externos y diagramas.

Una impresora teletipo para salida de registros.

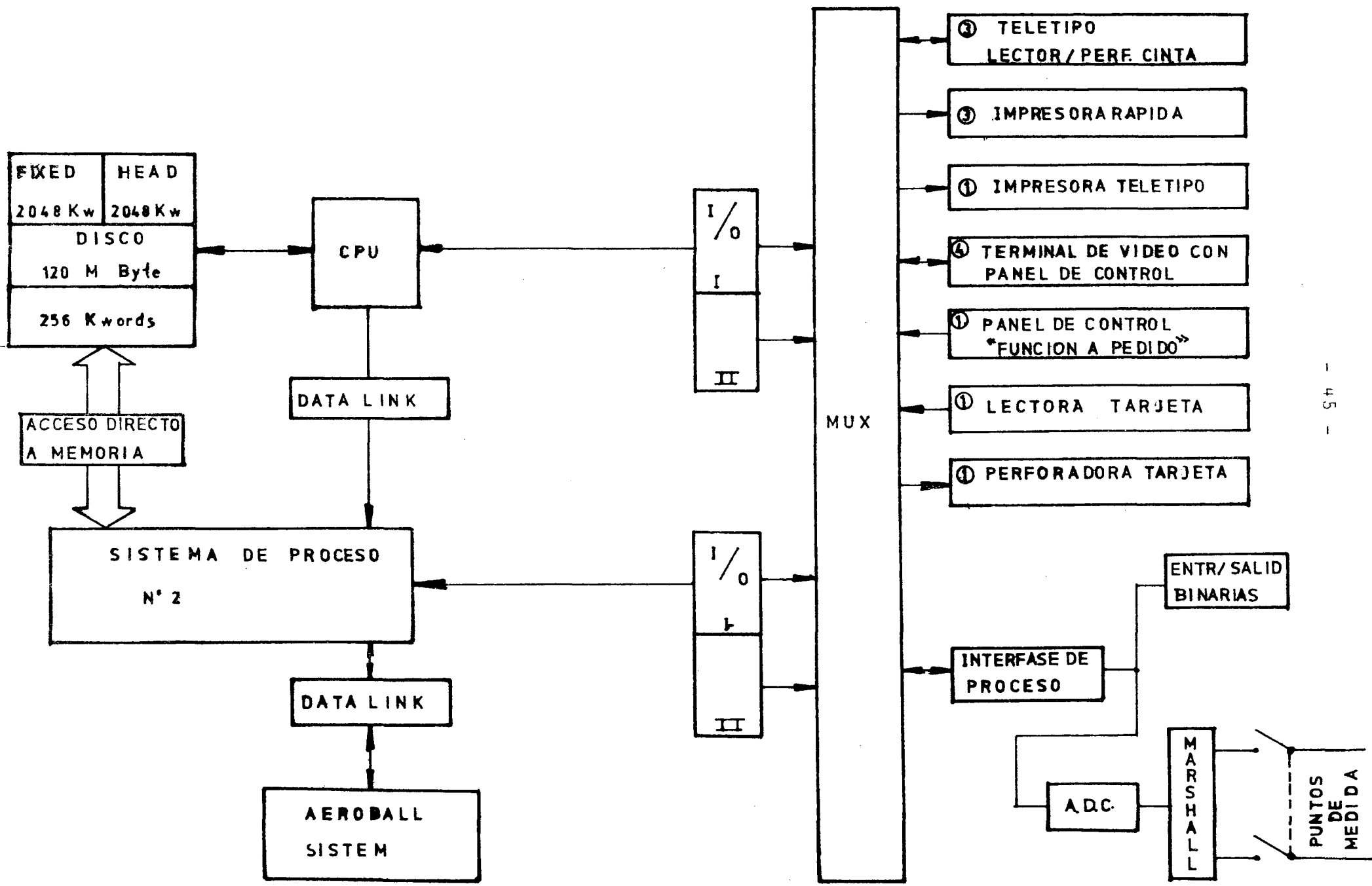
Cuatro terminales de video con panel de control.

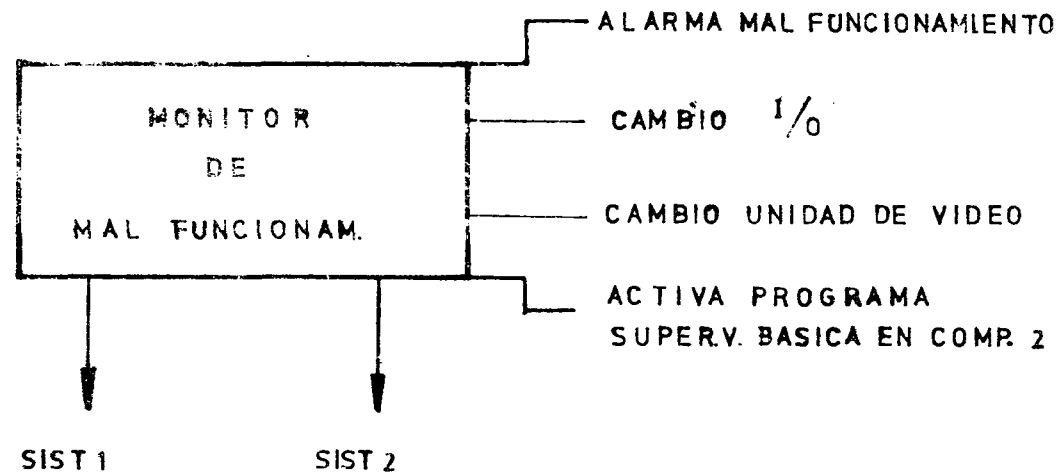
Un panel de control a botonera para llamar programas que no requieran parámetros.

Una unidad lectora y perforadora de tarjetas.

5.- UNIDADES DE INTERFASE DE PROCESO:

Sirven de nexo entre la unidad central de proceso y el proceso.





SOFTWARE.

• FUNCIONES DEL SISTEMA

1.- DESCRIPCION:

- Todo cambio de señal produce un anuncio visual y audible; con indicación exacta de tiempo y el registro correspondiente.
- Todas las señales analógicas pueden observarse o registrarse. Pueden ser comparadas con límites fijos o flotantes y monitoreadas en vista a su comportamiento en el tiempo. Los valores medidos pueden usarse para suma, valor medio y computación de balance.

2.- DISPLAY:

Formato:

CODIGO DE IDENTIF. DE PLANTA.	Nº DE LA SEÑAL.	TEXTO ABIERTO DE 36 CARACTERES.
----------------------------------	--------------------	------------------------------------

3.- ANUNCIO DE ALARMAS Y DISPLAY:

- Las alarmas pueden ser asignadas a diferentes grupos de alarma con referencia a las distintas áreas.
- Por medio de teclado cada grupo puede ser asignado a una unidad de display. Se pueden combinar las alarmas en una unidad de display o dividir las en varias unidades.
- Cuando ocurren más alarmas que las que pueden ser mostradas en la pantalla, las de menor prioridad son guardadas hasta que sean requeridas; las que son removidas de la pantalla pero no reseteadas pueden ser llamadas desde la memoria.
- Las unidades de display no utilizadas para anuncios de alarma pueden usarse para valores medidos.
- El uso de esta función no anula la función de anuncio de alarma.

4.- EXHIBICION DE VALORES MEDIDOS.

- Se pueden exhibir grupos de valores medidos o computados seleccionados de antemano y definidos libremente mediante operación de control.

Se exhiben con código identificatorio y texto explicativo. La posición de cada valor dentro de su rango de operación puede mostrarse adicionalmente mediante una escala.

5.- REGISTROS (LOGGING):

Mientras que las unidades de video son para exhibir la información corriente, el computador provee una cantidad de regis-

tros para documentación de eventos y como ayuda para localizar fallas y analizarlas. Grupos de valores medidos o derivados, definidos libremente y asociados a un criterio dado de ingeniería de proceso, se pueden imprimir cíclicamente.

La activación de esta función es efectuada por el operador o controlada por eventos. Valores intermedios se pueden imprimir a pedido del operador.

1.- REGISTRO DE BALANCE:

El resultado del balance de valores medidos es impreso cíclicamente a una determinada hora del día. Balances intermedios se obtienen a pedido del operador.

2.- REGISTRO DE OPERACION HORARIA:

El tiempo de operación de numerosos accionadores es impreso a pedido del operador.

3.- REGISTRO DE CONTAJE DE EVENTOS:

El número de ciclos de conmutación es impreso para varios ítems del equipamiento a pedido del operador.

4.- REGISTRO DE VALORES ANALOGICOS INSTANTANEOS:

El valor momentáneo individual o de varios valores medidos o derivados pueden imprimirse a pedido del operador.

5.- REGISTRO DE ALARMAS:

Todas las alarmas existentes (NON-RESET) en el momento de activación de este Registro son impresos por activación manual.

6.- REGISTRO DE ESTADO DE PLANTA:

Imprime el estado presente de las señales de estado en el momento de la activación (drive/on/off, level reached/not reached). La activación es manual.

7.- REGISTRO DE SEÑALES BINARIAS INACTIVAS:

Imprime todas las señales binarias que están inactivas (excluidas de adquisición y proceso posterior en el momento de la activación). La activación es manual.

8.- REGISTRO DE SEÑALES ANALOGICAS INACTIVAS:

Imprimir todos los valores medidos y derivados que están inactivos en el momento de la activación de este registro.

Los valores pueden ser activados manualmente o automáticamente como resultado de el monitoreo de rango de señal.

SUPERVISION BASICA EXTENDIDA.

En caso de falla es posible analizarla mediante la revisión de datos relevantes. De los formatos de registros descritos anteriormente y de todos los valores y alarmas corrientes y acumulados se compila un grupo de datos que es impreso después de cada falla significativa.

Para una presentación clara la revisión del incidente está dividida en tres registros parciales:

INCIDENTES ANALOGICOS: Variación de valores relevantes a la falla durante tiempo preselecc
nado antes y después.

INCIDENTES BINARIOS: Las alarmas relevantes a la falla y los ocurridos durante tiempo preselec
cionado antes y después.

BINARIOS INSTANTANEOS: Alarmas y señales de estados en el momento de la falla.

- Todos estos registros son activados por control de eventos.
- Funciones lógicas simples estan disponibles para enlazar las condiciones de activación.

SUPERVISION DE COMPONENTES

COMPUTACION DE PROCESOS NUCLEARES			
1°	SALIDA TERMICA DEL REACTOR.	CICLICA A CORTOS INTERVALOS	Balance de calor en el <u>primario</u> y <u>secundario</u> <u>temperatura</u> - <u>presión</u> y <u>flujo</u> .
2°	DISTRIBUCION DE DENSIDAD DE POTENCIA.	• TRES CURVAS RADIALES. • TRES CURVAS AXIALES. • A PEDIDO DEL OPE<u>RADOR</u>.	Por <u>interpolación</u> de <u>valores</u> medidos.
3°	LIMITES TERMICOS DEL NUCLEO.	—————	De <u>valores</u> <u>medidos</u> en la <u>función</u> <u>anterior</u> .
4°	DISTRIBUCION DE COMBUSTION EN EL NUCLEO.	OPERACION DE RECARGA DE COMB. SE ENTRA MANUALMENTE.	Energía <u>térmica</u> producida desde el <u>último</u> <u>cálculo</u> de <u>combustión</u> .
5°	XENON ACTUAL Y PRONOSTICADO.	LA TENDENCIA DE POTENCIA HORARIA ESPERADA ENTRA MA <u>NUALMENTE</u> .	- Reactividad del XENON. - <u>Pronóstico</u> Horario.

- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA.

- LENGUAJES DISPONIBLES.

- 1.- Assembler AS.300

Para funciones estrechamente asociadas con la máquina y críticas con respecto al tiempo.

- 2.- MACRO. MAS 300

Con macros estandard fijos y de uso libre por el usuario.

- 3.- PROCESS-FORTRAN 300

Para solución de problemas en tiempo real incluye rutinas adaptadas a la programación de procesos.

SISTEMA OPERATIVO.

1.- PROGRAMA EJECUTIVO:

- Corrida de programas simultáneos.
- Entradas/salidas.
- Detección y anuncio de fallas en SOFT y HARD.

2.- START/RESTART:

- Recarga de toda la instalación (memoria principal y externa).
- Comienzo de programa después de una falla de CPU.
- Reinicio automático por falla de alimentación.
- Reinicio manual.

3.- TRADUCTOR:

- Assembler
- MACRO
- Compilador FORTRAN
- BINDER

4.- SERVICIO:

4.1.- AYUDAS OPERATIVAS:

Armado y administración de archivos.

4.2.- AYUDAS DE PRUEBA:

- Seguimiento de programa en ejecución.
- Impresión de resúmenes de memoria.
- Facilidad de mantenimiento e inspección del HARD.

PROGRAMA DE ACOPLE.

1.- TRANSMISION:

Permite la comunicación entre ambos computadores a través de "DATA LINK".

2.- RECEPCION:

Mediante telegramas de prueba se monitorea continuamente el "DATA LINK".

SUPERVISION BASICA.

1.- MODULOS DE SUPERVISION:

- Almacenados en ambos computadores sólo es activo en computador 1.
- Através de "DATA LINK" la "imagen de proceso" en computador 2 es continuamente actualizada a fin de asumir la supervisión básica si la comp. 1 falla.

2.- ADQUISICION DE DATOS:

2.1.- SEÑALES ANALOGICAS:

- Interrogación cíclica.
- Ecualización.
- Validación de rango.

2.2.- VALORES MEDIDOS DIGITALIZADOS:

- Provenientes de ADC.
- Ecualizados por comparación.

2.3.- SEÑALES BINARIAS:

Adquisición espontánea en cada cambio de señal.

3.- PROCESO DE DATOS:

- La "imagen de proceso" es sometida a operaciones aritméticas y de prueba. Los resultados se incorporan a la "imagen de proceso".
- Prueba de valores límites.
- Activación de actividades dependientes de eventos (PROGRAM STARTS).

4.- SALIDA DE DATOS:

- Aceptación de datos procesados por los otros programas.
- Edición de textos.
- Salida a diversos dispositivos.

5.- OPERACION Y GENERACION:

5.1.- OPERACION DE FUNCIONES DE BOTONERA (CONTROL ROOM):

Llamado de programas sin parámetros.

5.2.- OPERACION DE FUNCIONES DE TELETIPO (CONTROL ROOM):

Llamado de programas y cambio de parámetros ó condiciones.

5.3.- GENERACION DE LISTAS EXTENSIVAS DE PARAMETROS.

SUPERVISION BASICA EXTENDIDA:

- Almacenamiento de la "imagen de proceso" en caso de falla.
- Administración de almacenamiento cíclico para alarmas y valores medidos.
- Combinación optativa de registros.

SUPERVISION DE COMPONENTES:

- Adquisición de datos de instrumentación "IN CORE".
- Evaluación de valores medidos.
- Salida de resultados en registros especiales:
 - Se inicia a intervalos predeterminados ó en demanda del proceso ó a pedido del operador.
 - Opera en ambas CPU.
- Rutinas de operador.

IMPLEMENTACION DE HARDWARE CON VISTAS A LA CONFIABILIDAD.

- Si el sistema computador de supervisión falla, un sistema cableado de reserva se conmuta automáticamente para asegurar la función de anunciación de alarmas.
- Si el procesador N°1 falla, las entradas del proceso y las unidades de display son conmutados automáticamente sobre el segundo procesador quien toma la tarea del procesador N°1.
Las tareas asignadas previamente al procesador N°2 son suspendidas.
- Un equipo de monitoreo conjuntamente con las funciones de prueba en la CPU N°1 prueban tanto como sea posible la disponibilidad de la función de anuncio de alarmas; si se detecta un mal funcionamiento se conmutan los periféricos con la siguiente toma de tarea por la CPU N°2.
- En el caso de fallas de uno de los dos procesadores se asegura la adquisición de datos IN-CORE para su evaluación externa.

. CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA CON VISTAS A LA CONFIABILIDAD

1.- LENGUAJES:

El lenguaje de alto nivel PROCESS-FORTRAN 300 consistente en el difundido lenguaje FORTRAN IV más algunas ayudas adicionales definida para la programación de procesos y de una librería de rutinas especializadas, constituyen un sistema de programación de fácil aplicación y elevada confiabilidad.

2.- PROGRAMA:

El programa está estructurado en forma modular, cada módulo posee su propia interfase de datos y su campo de acción está circunscripto en el mismo módulo.

Unidades de programa extensas están formadas por estos módulos de función impiden que se pierda la claridad del sistema en función de la complejidad del problema tratado.

3.- DETECCION DE FALLAS:

La detección de fallas en la ejecución del programa y en la operación es realizada por el programa ejecutivo.

La reiniciación de la ejecución del programa corriente es asegurada por el programa RESTART, después de una falla en la operación de la CPU ó de un corte en la alimentación, siempre que el contenido de la memoria externa no haya sido destruído en cuyo caso es necesaria la recarga rápida desde una copia del sistema.

La disponibilidad del enlace de datos entre la CPU 1 y la CPU 2 está asegurada por el control del intercambio de mensajes de prueba entre uno y otro sistema de proceso en forma continua.

IMAGEN DE PROCESO:

Todos los datos relevantes asociados a proceso y los derivados de su computación son transferidos y actualizados en la CPU N° 2, formando una imagen de proceso, de modo que aquella pueda asumir de inmediato la tarea asignada a la CPU N°1 en caso de falla de esta.

CONCLUSIONES:

La información suministrada por el oferente es de carácter descriptivo del producto y con explicaciones suscintas de la operación del mismo, no permitiendo un análisis en profundidad.

El presente informe trata de resumir la interpretación que se ha hecho de la oferta original. Sin apartarse de este criterio se entiende que la capacidad de manejo del sistema y la filosofía empleada en su estructuración ofrecen suficiente confiabilidad para la tarea de supervisión asignada al mismo.

SINTESIS DESDE EL PUNTO DE VISTA SEGURIDAD:

Los puntos básicos en los que se apoya la seguridad del sistema son los siguientes:

- Según se ha analizado anteriormente la disponibilidad del sistema está apoyada en el uso de dos procesadores similares.
- La confiabilidad operativa esta monitoreada por el mismo programa y un sistema monitor externo.
- La comunicación hombre/máquina es clara y de fácil manejo.
- La opción en color para los monitores de video, si bien re presenta una facilidad interpretativa en el caso de gráficos, no aporta una mayor seguridad para la visualización en la enunciación de alarmas debido a la baja confiabilidad de los sistemas cromáticos.
- El lenguaje de programación es versátil y de fácil uso.
- La estructura modular del programa aseguran una elevada confiabilidad del mismo.
- La falla de alimentación no ofrece problemas si se toman algunas precauciones (copia del sistema).

PROYECTO DE UNA PLANTA DE PRUEBA DE EMBALAJES PARA MATERIALES

RADIATIVOS Y FISIONABLES

MAJCHRZAK, J.

1- INTRODUCCION

Se entiende por embalaje al conjunto de todos los elementos necesarios para garantizar la observancia de las disposiciones del Reglamento de Transporte de Materiales Radiactivos de la Agencia Internacional de Energía Atómica y podrá consistir en uno o varios recipientes, materiales absorbentes, estructuras de separación, material de blindaje contra las radiaciones y dispositivos de refrigeración, de amortiguamiento de golpes, de aislamiento térmico, etc. Estos dispositivos podrán incluir el vehículo y el sistema de fijación cuando éstos formen parte integrante del embalaje.

El Reglamento prevé el transporte de Materiales Radiactivos en:

- I) embalajes comunes: sin ninguna característica de resistencia del sistema de contención o blindaje para pequeñas cantidades de materiales radiactivos.
- II) embalajes tipo A: capaces de soportar las condiciones normales de transporte (incidentes y transporte en sí). Se exigen ciertas condiciones de resistencia y se limita el contenido.
- III) embalajes tipo B: capaces de soportar situaciones accidentales. El límite de actividad para un embalaje está dado por su diseño, es decir por la capacidad para la cual fue diseñado.
Los embalajes tipo A y tipo B serán diseñados en todos los casos de tal manera que, al ser sometidos a los ensayos especificados en la Sección VII, se evite:
 - a) pérdida o dispersión del contenido radiactivo.
 - b) cualquier incremento del nivel máximo de radiación en la superficie externa con respecto a los valores previos al ensayo.

La planta de prueba de embalajes que se describe fue concebida precisamente para realizar lo más fielmente posible dichos ensayos.

2- DESCRIPCION GENERAL

La planta comprende un sector destinado a las pruebas de embalajes tipo A, con sector de servicios anexo, y un sector destinado a las pruebas de embalajes tipo B.

El sector para ensayo de embalajes "tipo A" comprende una plataforma para las pruebas de humectación y caída y un

sector del laboratorio destinado a las pruebas definidas como de integridad de los componentes.

La prueba de humectación está destinada a simular la exposición al agua de lluvia durante un período mínimo de una (1) hora. La lluvia o spray acuoso proviene de cuatro (4) boquillas pulverizadoras regulables orientadas de tal manera que la distancia de cada boquilla al borde o ángulo del embalaje sea de 2,4 metros y que cada boquilla además esté incluida 45° hacia abajo con su eje contenido en un plano vertical.

El consumo de agua de cada boquilla será de 230 litros/hora, debiendo el 50% de las gotas estar comprendidas entre 3 y 5 mm. de diámetro.

El agua que cae será drenada lo más rápidamente posible.

Una vez terminada la prueba de humectación, el embalaje será inmediatamente sometido a la prueba de caída libre. La forma de caer se elegirá de tal manera que se produzca el máximo daño. La altura de caída medida desde el punto más bajo del embalaje hasta la superficie del blanco será de 1,2 metros.

El blanco será una superficie horizontal, plana y rígida. Un ejemplo de un blanco así definido lo constituye la superficie superior de un bloque de hormigón de suficiente masa para absorber todos los choques sin adquirir movimientos apreciables. La cara superior del bloque puede ser protegida con una placa de acero.

Para la prueba de compresión el embalaje será sometido, durante 24 horas, a la mayor de las siguientes cargas: a una carga equivalente a cinco (5) veces su propio peso, o bien a 1300 Kg/m^2 multiplicado por la proyección vertical del área del embalaje. La carga será aplicada uniformemente a dos lados opuestos del embalaje, uno de los cuales es la base sobre la cual el embalaje está normalmente apoyado.

Para la prueba de penetración, el embalaje será apoyado sobre una superficie horizontal, plana y suficientemente rígida para que no se mueva durante el desarrollo de la prueba.

Una barra de 3,2 cm. de diámetro, con un extremo hemisférico y con un peso de 6 Kgs. se dejará caer con su eje longitudinal en posición vertical, sobre el centro de la cara más débil del embalaje de tal manera que, si la barra penetra lo suficiente, pueda alcanzar el recipiente de contención interno.

La altura de caída de la barra, medida desde su extremo inferior, hasta la superficie superior del embalaje será de 1 metro.

La barra estará construida de un material tal que no se

deforme significativamente durante el desarrollo de la prueba.

El sector para ensayo de embalajes tipo "B" comprende una pista longitudinal, sobre la cual se desplaza un puente grúa y donde se han agrupado en serie:

- la fosa para la prueba de caída I.
- la fosa para la prueba de caída II.
- la instalación para el ensayo térmico.
- el tanque para la prueba de inmersión.

Los embalajes tipo "B" serán sometidos a los efectos acumulativos de los ensayos indicados y en ese orden.

El ensayo mecánico consiste en dos caídas sucesivas sobre un blanco.

El orden en que se someta la muestra a las dos pruebas de caída deberá escogerse de manera tal que los daños que experimente sean tales que den lugar a un daño máximo en el subsiguiente ensayo térmico.

Para la prueba de caída I el embalaje caerá sobre el blanco de tal forma que sufra el máximo daño.

La altura de caída medida desde el punto más bajo del embalaje hasta la superficie del blanco será de 9 metros.

El blanco estará constituido por la superficie superior de un bloque de hormigón con una masa 10 veces superior (como mínimo) a la del mayor embalaje que sea dejado caer sobre él, debiendo estar protegido su cara superior con una plancha de acero de 1,25 cms. de espesor como mínimo.

Para la prueba de caída II, el embalaje caerá sobre el blanco de tal forma que sufra el máximo daño. La altura de caída medida desde el punto más bajo del embalaje hasta el extremo superior del blanco será de 1 metro.

El blanco estará constituido por el extremo superior de una barra de acero de sección circular, de $15 \pm 0,5$ cm. de diámetro. El extremo superior de la barra será horizontal y plano, con sus bordes redondeados a un radio no mayor de 6 mm. La barra estará rígidamente montada en forma vertical sobre un bloque de hormigón, que puede ser el mismo que para la prueba de caída I y tendrá una longitud de 20 cms., a menos que se considere que una barra más larga pueda causar un daño mayor.

Para la prueba térmica, el Reglamento de Transporte considera que se ha cumplido en forma satisfactoria cuando la cantidad de calor que se suministra al embalaje es igual o mayor de la que recibiría estando sometido a un ambiente de 800°C durante 30 minutos suponiendo que la fuente de calor tiene un coeficiente de emisividad de 0,9 y las superficies del embalaje un coeficiente de absorción de 0,8. Para materializar este ensayo, el embalaje será expuesto al fuego

abierto de combustible para jet comercial mezclado con nafta, contenido en un recipiente cilíndrico de 3 metros de diámetro y 30 cms. de altura.

El embalaje será apoyado sobre una base metálica, sostenida por cinco (5) patas, las que descansan directamente dentro del recipiente cilíndrico mencionado.

El conjunto está instalado dentro de un cubículo de hormigón de 2,70 mts. de profundidad ubicado debajo del nivel del suelo y al cual llegan 4 canales de entrada de aire. Estos canales, dispuestos en forma de cruz llevan tapas rebatibles para un mejor control de la combustión, mientras que el cubículo de hormigón posee un cerco perimetral que cumple además funciones de chimenea para mejorar el tiraje.

Por último, se cuenta con 2 lanzas de espuma para extinguir rápidamente el fuego y regular así con precisión el tiempo de exposición a las condiciones prefijadas. Estas lanzas, ubicadas en posición diametralmente opuesta, arrojan la espuma sobre la superficie del recipiente cilíndrico y extinguen el fuego por falta de aire, permitiendo así cumplir con la condición que establece que el embalaje no será enfriado por medios artificiales hasta que haya transcurrido un lapso de 3 horas.

Para la prueba de inmersión, el embalaje será sumergido en el tanque y sometido a una presión externa de 1,5 Kg/cm² durante un período de tiempo mínimo de 8 horas.

El extremo final de la pista se reserva para los ensayos de integridad de los blindajes y donde los embalajes serán sometidos a gammagrafía total de su estructura y a otras pruebas destinadas a establecer fehacientemente que el embalaje posee un diseño tal que su capacidad blindante no se ha visto afectada por los ensayos mecánicos y térmicos previstos.

El sector de servicios comprende además del laboratorio, una oficina técnica, un taller de apoyo, un centro de control de pruebas para los ensayos mecánicos y un conjunto de instalaciones para el manejo del combustible del ensayo térmico y de la espuma extintora del fuego. Completan la planta desarrollada sobre una superficie aproximada de 4860 m² (128 x 38 mts.) las playas de maniobra y los caminos de circulación.

INSTALACION PARA LA PRUEBA DE FILTROS

MAJCHRZAK, J; SERDEIRO, O.

El sistema de prueba de filtros fue ubicado debajo del entre piso correspondiente a las oficinas y dentro del recinto for mado con ladrillos huecos adyacente al futuro pañol y al ta-
ller.

Para adaptarlo a su nueva ubicación fue necesario reducir su altura en aproximadamente 10 cm. por lo que se procedió a cor tar un anillo de esa altura en cada uno de los tramos vertica les.

El corte se efectuó aproximadamente en la parte media a los efectos de no modificar las bridas, uniéndose luego los dos tramos con tela de fibra de vidrio y resina poliester. Todos los componentes de plástico reforzado se pintaron a nuevo. Se instalaron también dos acoples flexibles de goma con arma-
zón metálica para facilidad de montaje y boquillas varias pa-
ra la conexión de instrumentos.

El conjunto se representa esquemáticamente en el plano RS-697
El tablero de instrumentos fue reparado y montados los compo-
nentes, restando adquirir elementos menores.

El instrumental fue agrupado en una mesa especialmente adapta-
da para facilitar las conexiones.

ENTREPISO PARA LA PLANTA DE PRUEBA DE FILTROS

Y MODIFICACIONES CONEXAS

MAJCHRZAK, J; SERDEIRO, O

En la planta de prueba de filtros gaseosos del C.A.E. se instaló un entrepiso autoportante de 16 x 8 mts. compuesto por: dos filas exteriores y una fila central de columnas metálicas constituidas por tubos de acero de diámetro nominal 100mm, SCH.40 apoyadas en bases de hormigón. Sobre las filas de columnas exteriores se apoyaron vigas constituidas por perfiles I N°14 y sobre la fila central una viga constituida por un perfil I N°25, soldados eléctricamente a las columnas. Las vigas son continuas, de una sola pieza, sin empatailladuras.

Sobre estas vigas y apoyadas en las mismas se colocaron en posición transversal losas huecas de hormigón pretensado marca VIPRET tipo L-12.

En correspondencia con la viga central se encuentra la línea de separación entre las losas, las que se encuentran apoyadas entre la viga exterior izquierda y la viga central y entre ésta y la viga exterior derecha.

Uniendo las losas izquierdas y derechas se ubica cada 60 cm. un hierro redondo aletado de 12 mm. de diámetro el que actúa como armadura, con una longitud total de 2 mts. y con gancho en los extremos.

Entre las losas se ubicaron los caños para la futura instalación eléctrica y se tallaron las aberturas para las cajas de distribución.

Sobre las losas de hormigón, nivelando la superficie y tomando las juntas se aplicó una carpeta de concreto de 2 cm. de espesor. y sobre ésta baldosas flexibles de material vinílico de 30 x 30 cm.

La carga útil del entrepiso es de 350 Kg/m²

El acceso al entrepiso se efectúa por una escalera metálica con baranda.

Además del entrepiso mencionado, se efectuaron las siguientes tareas:

- Remoción completa de la instalación eléctrica afectada por el montaje e instalación provisoria durante la duración de los trabajos
- Reparación y montaje de dos acondicionadores de aire en el taller.
- Remoción por picado del piso existente y aplicación de una carpeta de cemento coloreado y rodillado.
- Desplazamiento de las máquinas, herramientas, máquinas-herramientas, mesas de trabajo y armarios durante el desarrollo de las tareas anteriormente mencionadas y en dos etapas distintas:
 - a) desplazamiento total durante el montaje del entrepiso.
 - b) desplazamientos parciales sectoriales durante la remoción del piso y aplicación de la nueva carpeta.

- Reparación de las irregularidades de la cara inferior de las losas de hormigón pretensado con enduido plástico, lijado y pintado.
- Construcción de tabiques de ladrillos huecos formando recintos destinados a pañol de herramientas, prueba de filtros y taller.
- Compra de tirantes de madera y posterior maquinado para completar con vidrios el cerramiento de los recintos arriba mencionados.
- Pintura total del revestimiento en hardboard existente, vigas, columnas, parte inferior de los entrepisos, tabiques, puertas, ventanas, cortina metálica de enrollar, etc.
- Instalación eléctrica nueva en el sector afectado por la modificación y montaje de artefactos de iluminación.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE RECINTOS BLINDADOS

MAJCHRZAK, J.

RESUMEN

ESTE CAPITULO CONTIENE LOS SUBCAPITULOS SIGUIENTES:

- 1- ELEMENTOS DE PLOMO SIMPLES (espesor 50mm)
- 2- ACCESORIOS COMUNES A LOS ELEMENTOS DE PLOMO
- 3- ELEMENTOS DE PROTECCION DIVERSOS.

ELEMENTOS

DE PLOMO: Este subcapítulo presenta el material constitutivo del sistema normalizado de elementos de plomo simples:

- Ladrillos de dimensiones 100 x 100mm, y de espesor 50mm.
 - Soportes cuadrados de dimensiones múltiplos de 100mm, provistos de aberturas cilíndricas para accesorios varios
 - Soportes, rotulas, tapones y visores que se montan por acople liso en los soportes.
 - Postes diversos que sirven de estructura del recinto.
- . Una página de informaciones técnicas encabezando el subcapítulo ofrece las características del plomo y de los ladrillos.
- . Una página de informaciones técnicas situada al final del subcapítulo ofrece datos de montaje para la construcción de recintos y las tolerancias dimensionales de los acoples lisos.
- Los ladrillos, soportes, rotulas, tapones, visores y postes dobles y triples se encuentran en preparación y serán publicados en su oportunidad.

ACCESORIOS COMUNES

A LOS ELEMENTOS DE PLOMO: Este subcapítulo contiene:

- Aparatos de manutención
- Accesorios para recintos: tirantes exteriores
sostenes angulares
placas de extremo
de poste, etc.

ELEMENTOS DE

PROTECCION DIVERSOS:

- Este subcapítulo contiene
- Ladrillos de protección neutrónica
 - Bloques de hormigón

PARA TODA INFORMACION TECNICA COMPLEMENTARIA, LOS USUARIOS PUEDEN DIRIGIRSE AL DEPTO.DE SEGURIDAD NUCLEAR-CENTRO ATOMICO EZEIZA.

ING.PEDRO SAJAROFF - ING.JORGE E.MAJCHRZAK

INT.: 364 - 256

CARACTERISTICA DE LOS LADRILLOS DE PLOMO

LADRILLO	Simple	doble	triple	cuadruple
ESPESOR EN mm.	⁺⁰ 50 -0.5	⁺⁰ 100 -0.5	⁺⁰ 150 -1	⁺⁰ 200 -1
ANGULO DE LAS CUÑAS			^{+0.5} 90°-0	
DENSIDAD RELATIVA		10,7		
DUREZA BRINELL		10	11,2	
MATERIAL CONSTITUTIVO	PLOMO ANTIMONIOSO DE LA SIGUIENTE COMPOSICION QUIMICA PLOMO: 94,8 - 94,3 % ANTIMONIO: 5,0 - 5,5 % EL CONTENIDO DE IMPUREZAS NO SUPERARA EL 0,25 %			
ASPECTO EXTERIOR	LOS LADRILLOS DEBERAN ESTAR EXENTOS DE INCLUSIONES EXTRAÑAS, NO DEBERAN PRESENTAR DISCONTINUIDADES LINEALES O POROSIDADES GASEOSAS (BURBUJAS) QUE PUEDAN SIGNIFICAR UNA REDUCCION MAYOR DEL 5% DE LA DENSIDAD LINEAL DEL MATERIAL.			

LADRILLOS DE PLOMO SIMPLES
EXPESOR 50mm

PLANO RS 378 ITEM	REFERENCIA	DESIGNACION	DIMENSIONES mm	PESO EN KGS.	VER PAGINA
1	LB 1	LADRILLO BASE	100 x 15	1,450	
2	LN 1	LADRILLO NORMAL	100 x 100	5,350	
3	LC 1	LADRILLO CIMA	100 x 85	3,900	
4	SB 1	SEMI-LADRILLO BASE	50 x 15	0,700	
5	SN 1	" NORMAL	50 x 100	2,650	
6	SC 1	" CIMA	50 x 85	1,950	
7	EB 1	LADRILLO ESQUINERO	L ₁ 100 x 15 L ₂ 50 x 15	1,450	
8	EN 1	LADRILLO ESQUINERO	L ₁ 100 x 100 L ₂ 50 x 100	5,350	
9	EC 1	LADRILLO ESQUINERO	L ₁ 100 x 85 L ₂ 50 x 85	3,900	
10	SB 1	SUPLEMENTO BASE	50 x 15	0,350	
11	SN 1	" NORMAL	50 x 100	1,350	
12	SC 1	" CIMA	50 x 85	1,000	
13	IB 1	INVERSOR BASE	100 x 15	1,050	
14	IN 1	" NORMAL	100 x 100	4,000	
15	IC 1	" CIMA	100 x 85	2,950	
16	PP 1	PARALELEPIPEDO	200 x 100 x 50	11,300	
17	PA 1	POSTE ANGULAR	L = 2.400	190	
18	PT 1 A	POSTE EN T-MODELO A (2 salidas-1 llegada)	L = 2.400	200	
19	SA 1	SOSTEN ANGULAR	L = 3.000		
PLANO RS-395	PT 1A _B	POSTE EN T-MODELO B _B (2 llegadas-1 salida)	L = 2.400	190	

PLANO RS 378 ITEM	REFERENCIA	DESIGNACION	DIMENSIONES mm	PESO EN KGS	VER PAGINA
PLANO RS-679	PEP-12	PLACA EXTREMO DE POSTE PARA LADRILLOS SIMPLES Y DOBLES	185 x 170	1,800	
PLANO RS-680	-----	ESQUEMA DE MONTAJE DE CELDAS	-----	-----	

SOPORTES, ROTULAS, TAPONES Y VISORES SIMPLES
ESPESOR 50 mm

PLANO RS 423 ITEM	REFERENCIA	DESIGNACION	DIMENSIONES mm	PESO EN KGS	VER PAGINA
1	S22E1	SOPORTE 2 x 2	Ø UTIL 170	9	
2	S33E1	SOPORTE 3 x 3	Ø UTIL 266	18	
3	S44E1	SOPORTE 4 x 4	Ø UTIL 366	29	
4	V22E1	VISOR 2 x 2	Ø = 170	24	
5	V33E1	VISOR 3 x 3	Ø = 266	50	
6	V44E1	VISOR 4 x 4	Ø = 366	91	
7	T22E1	TAPON 2 x 2	Ø = 170	20	
8	T33E1	TAPON 3 x 3	Ø = 266	48	
9	T44E1	TAPON 4 x 4	Ø = 366	96	
10	R22E1	ROTULA 2 x 2	Ø = 170	20	
11	R11E1	ROTULA 1 x 1	Ladrillo normal 100 x 100	5,4	
12	RB11E1	ROTULA 1 x 1 Blo- queable	Ladrillo normal 100 x 100	5,6	
13	R33/22E1	REDUCCION 3x3/2x2	Ø 266 a Ø 170	32	
14	R44/33E1	REDUCCION 4x4/3x3	Ø 366 a Ø 266	60	
15	SD22E1	SOPORTE DESMONTABLE 2 x 2	Ø UTIL 170	10	
16	CS22E1	SOPORTE DESMONTABLE 2 x 2	Ø UTIL 170	5	
17	B22E1-2D-1	BISAGRA DOBLE 2x2 PARA ESPESORES SIMPLES O DOBLES DE APERTURA A IZQUIERDA O A DERECHA	PARA 50 a 100 mm.DE ESPESOR DE PARED	1,25	

PLANO RS 423 ITEM	REFERENCIA	DESIGNACION	DIMENSIONES mm	PESO EN KGS	VER PAGINA
18	B33E1-2-3D-1	BISAGRA DOBLE 3x3 PARA ESPESORES SIMPLES DOBLES TRI- PLES DE APERTURA A IZQUIERDA O A DERE- CHA	PARA 50 a 150 mm DE ESPESOR DE PARED	3,00	

P O S T E S S I M P L E S

PARA MUROS DE ESPESOR 50 mm

Los postes constituyen la base de la estructura de la célula. Permiten la fijación de tirantes exteriores y sostenes angulares, pudiendo además sostener el techo de la celda mediante placas adicionales de extremo de poste (Ver sub-capítulo 2: Accesorios comunes a los elementos de plomo).

Los postes tienen una longitud máxima de 2,50 mts., debiendo indicarse la longitud necesaria en el momento del pedido.

En caso de requerirse la instalación de refuerzos adicionales, la fijación de los tirantes exteriores o de las placas de union de los sostenes angulares se efectuará en obra sobre la planchuela exterior del poste, (agujero Ø 10 mm.)

INFORMACIONES TECNICAS

R E C I N T O S B L I N D A D O S

PAREDES DEL RECINTO

- Los recintos blindados pueden ser armados sin dificultad con los elementos constitutivos descritos en los sub-capítulos precedentes.
Estos elementos se montan normalmente con las cuñas dirigidas hacia la derecha y hacia arriba. No obstante, puede invertirse el sentido de construcción utilizando los ladrillos inversores y los suplementos (ver RS.378)
- Si se trata de un recinto cerrado complejo puede mantenerse el sentido convencional de montaje invirtiendo algunos postes en T.
- Los ladrillos paralelepípedos pueden utilizarse con facilidad para la protección de los pisos y techos de los recintos
- Las tolerancias de apilamiento son de +2 mm por metro para una fila horizontal y de +1 mm por metro para un apilamiento vertical.
- Para espesores dobles se recomienda el montaje con juntas cruzadas utilizando semi ladrillos en los extremos de las filas. De esta manera se aumenta la resistencia del muro a la flexión
- Los sostenes angulares son necesarios para repartir uniformemente las cargas y brindan rigidez a la estructura. Se aconseja utilizar por lo menos uno, por cada metro de altura.
- Los blindajes de una altura superior a 3 metros, deben ser montadas con mucha precaución.
- Los recintos con paredes de gran longitud deben llevar un poste en T, por lo menos cada 3 metros (como mínimo). Los sostenes angulares o los tirantes exteriores deben unir los postes en sus extremos, como mínimo, utilizando sostenes intermedios si la altura de la pared lo requiere.

SUPERFICIE DE TRABAJO Y TECHO DEL RECINTO

La superficie de trabajo del recinto y el techo del mismo se realizan generalmente con la ayuda de ladrillos paralelepípedos apoyados sobre una chapa metálica de un espesor mínimo de 10 mm.

TECHO

El techo se apoya sobre los ladrillos de cima y/o sobre los postes. Su peso no debe omitirse al calcular la carga sobre las paredes y el piso del recinto.

Se recomienda construir el techo con un blindaje de espesor inferior en 50 mm al correspondiente a los muros de trabajo.

En caso de recintos de grandes dimensiones, convendrá instalar vigas para sostén del techo apoyadas en columnas internas del recinto, lo que asimismo permitirá desmontar las paredes con facilidad para eventuales modificaciones.

P R O T E C C I O N N E U T R O N I C A

Ladrillos rellenables: Estos bloques de carcasa metálica se emplean para la realización de protecciones neutrónicas de mayor envergadura que las realizadas con bloques de polietileno o parafina, con las ventajas obvias de facilidad de montaje.

Dimensiones

LARGO : 400 mm

ALTO : 400 mm

ESPESOR : 200 mm

ANGULO DE LA CUÑA: 120°

PESO VACIO : aprox. 6,5 Kgs.

MATERIAL DE RELLENO:

-Parafina pura: el relleno con parafina permite obtener un tipo de ladrillo liviano que facilita las manipulaciones frecuentes y es insensible a las bajas temperaturas.

P R O T E C C I O N G A M M A

Ladrillos de Hormigón: Estos bloques permiten el montaje rápido de blindajes γ con espesores notables, con todas las ventajas inherentes.

Dimensiones:

LARGO : 200 mm

ANCHO : 200 mm

ALTO : 150 mm

PESO : en hormigón común (= 2,4) aprox. 19 Kgs.

" " baritado (= 3,5) aprox. 28 Kgs.

FISICA DE AEROSOLES

CANAVESE, S.

Se describe el estado actual del estudio comenzado en el segundo semestre de 1978 con referencia a la física de aerosoles. El objeto es entender y asesorar en todo lo relativo a las mediciones de granulometría y concentración de partículas en un medio fluído. En la primera etapa se estudiaron distintas técnicas de medición y muestreo de partículas.

Dado que las partículas en una muestra en general tienen formas irregulares es necesario asignarles un diámetro geométrico en forma arbitraria, definido en términos de alguna dimensión geométrica medible o bien relacionado a propiedades específicas o características que se puedan medir y se relacionen al diámetro de una esfera que posea la misma propiedad o característica.

Es necesario caracterizar un grado de irregularidad con respecto a una esfera ya que si suponemos partículas perfectamente esféricas se puede deducir su diámetro por medidas indirectas. Es necesario también definir factores de forma que relacionen una magnitud medida con una de interés.

Debido a que el interés se centra en aerosoles en suspensión en distintos medios y que el muestreo contiene un gran número de partículas, es necesario hacer un estudio estadístico de las muestras. Un sistema de partículas desiguales puede ser representado por un sistema de partículas iguales teniendo las características del sistema original; para ello es necesario hacer un estudio de las leyes de distribución estadística que rigen las distintas muestras y la definición de las magnitudes características de las mismas.

Para poder estudiar los principios físicos de los aerosoles se los asimila a partículas voluminosas de una dada sustancia, diseminadas entre moléculas mucho más pequeñas del gas y en equilibrio térmico con ellas.

Se estudiaron las propiedades elementales de la teoría cinética de los gases para medios constituidos por una sola especie de partículas y se analizó el caso de un sistema en equilibrio constituido por dos especies de partículas y finalmente la aplicación al caso de aerosoles.

Se analizaron someramente los distintos métodos de medición y detección haciendo hincapié en los métodos ópticos por ser éstos los que emplean los equipos con que se cuenta.

Otro de los objetivos es la puesta en marcha del laboratorio para medición de filtros de alta eficiencia lo que implica el conocimiento de los distintos tipos de filtros de alta eficiencia y su uso, instalación y diferentes aplicaciones.

SISTEMA DE ORDENAMIENTO DE LA INFORMACION DE DOSIMETRIA

PERSONAL

NEETZEL, C.; ROCHETTI, L.

SUMARIO

Se describe un sistema operativo destinado al ordenamiento de la información y racionalización de tareas relacionadas con el servicio de dosimetría personal y radiaciones ionizantes. El mismo contempla la posibilidad de su aplicación en otras áreas de Radioprotección, como también el enlace e intercambio de archivos entre los diferentes sectores responsables del monitoreo personal.

La base del sistema descrito está constituido por terminales inteligentes con teclado de ingreso de información y exhibición por pantalla de TV. El sistema es expandible y compatible con otros sistemas de cómputo, pudiendo relacionarse con la computadora IBM 1130 o sistema IBM/7.

INTRODUCCION

Las operaciones de rutina relacionadas con la dosimetría personal mediante film monitor y TLD pueden resumirse como se detalla en la figura 1.

Debe agregarse a este esquema la notificación a otras áreas relacionadas con el servicio para la toma de decisión correspondiente en caso de niveles anormales de dosis, como así también la información correspondiente al pago del servicio suministrado, habilitaciones y licencias del usuario etc.

Todas estas tareas se realizan en la actualidad en forma manual con lentitud y alta probabilidad de errores en su tratamiento.

Una adecuada racionalización de las mismas puede ser encarada con dos criterios diferentes; estos son AUTOMATIZACION Y SISTEMATIZACION.

El primero implica la gestión de los dosímetros a partir de una operación manual de carga inicial del lote de los mismos, desarrollándose el proceso descrito anteriormente casi sin intervención humana.

Esto trae aparejada una complejidad mecánica de difícil realización y de dudosa efectividad.

El segundo criterio apoya su eficacia en el campo de la electrónica la que mediante las modernas tecnologías de circuitos integrados permite una confiabilidad de funcionamiento y reproducibilidad incomparables.

Un razonable número de operaciones manuales son necesarias para leer los dosímetros e ingresar el dato inicial (N° de identificación) y finalmente realizar el ensobrado de los formularios.

Para posibilitar este último criterio, que ha sido el adoptado, será necesario mejorar el posicionado de los filtros de radiaciones en los dosímetros, como así también rediseñar el densitómetro a fin de facilitar la transferencia de la información hacia la terminal asociada.

DESCRIPCION

Las terminales en cuestión están implementadas en base a un microprocesador con una memoria de estado sólido, un teclado de ingreso y una pantalla de TV para visualización de la información. Con relación a su capacidad de manejo de datos debemos considerar dos variantes a las que denominaremos tipo I y tipo II.

La primera está asociada con el lector de dosímetros correspondiente y permite el ingreso de la información relacionada como también su corrección en caso de error y la ejecución a través del teclado de algunos comandos de control. El teclado alfanumérico es reducido para facilitar su comprensión y manejo por parte del operador. La capacidad de cálculo es también limitada.

El tipo II es de factura más sofisticada y permite ejecutar diversos comandos de edición y ensamblado, ingresar los parámetros de calibración, acceder a archivos y dialogar con otras terminales de similar jerarquía. Esta terminal está complementada por una unidad de memoria masiva por disco flexible (Diskette) con la que se puede confeccionar una librería local de programas, calibraciones y datos.

La finalidad de esta terminal es supervisar al servicio en un rango superior.

Una impresora de línea completa el sistema y su tarea es producir los formularios postales que serán enviados al usuario en sobres con ventana.

Terminales similares pueden ser utilizadas para configurar una red interconectada para el procesamiento de datos en cada laboratorio, control de procesos, etc con un intercambio fluído de parámetros y archivos donde se considere necesario.

La figura 2 muestra la configuración elegida para el servicio de dosimetría personal.

Otras configuraciones son posibles para adecuar el sistema a las necesidades de los laboratorios de Contador de todo el cuerpo, Fiscalización, etc.

La flexibilidad y modularidad del sistema tanto en hardware como en software permiten expandirlo progresivamente en respuesta a las necesidades de los respectivos servicios.

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

DISEÑO: Se halla avanzado el diseño circuital de las terminales como también el diseño del programa monitor que controla la operación del teclado y la pantalla monitorea de TV.

DOCUMENTACION: Se está confeccionando un informe preliminar descriptivo del sistema para someterlo a la consideración de los usuarios del mismo, lo que facilitará la formulación de sugerencias adecuadas para lograr la mejor implementación posible.

Esta información complementará la obtenida oportunamente, por medio del formulario (fig.3) que se distribuyera en-

tre los posibles usuarios.

El informe mencionado anteriormente se desarrolla de acuerdo a la metodología descrita en la figura 4.

IMPLEMENTACION: Se encuentra en la etapa de adquisición y acopio de componentes críticos tales como circuitos integrados, teclados y otros elementos necesarios para la realización de una unidad prototipo.

La envergadura del proyecto descrito haría muy dificultosa su concreción si no se contara con el aliento del Ing. P.M. SAJAROFF, la invaluable colaboración del Sr.M.MANCHADO en su gestión de compras e información, como a las valiosas ideas de diseño mecánico del Sr.GRANATA, a quienes agradecemos su aporte.

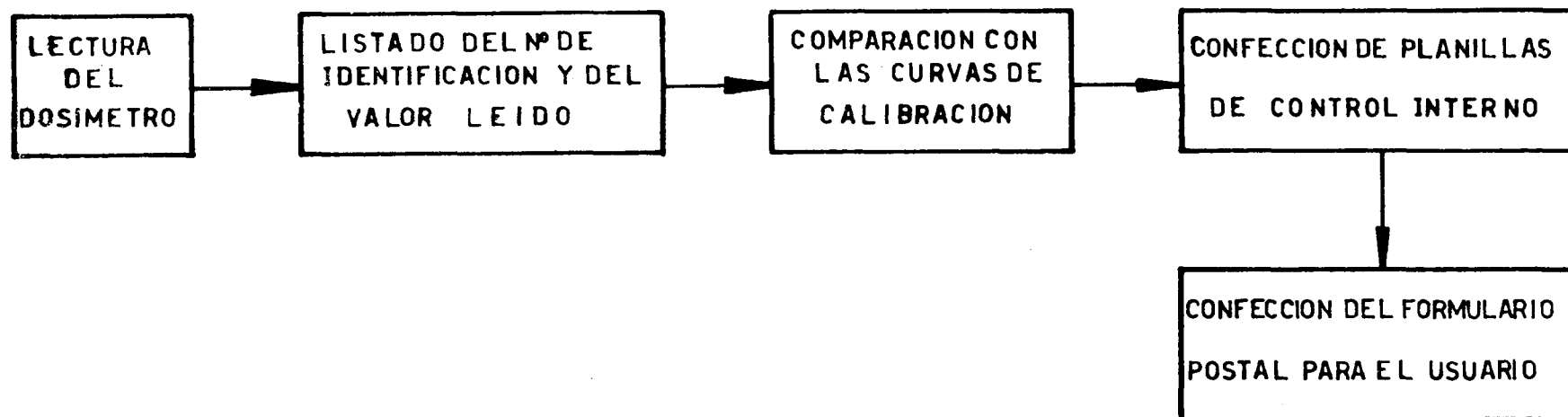


FIG. 1

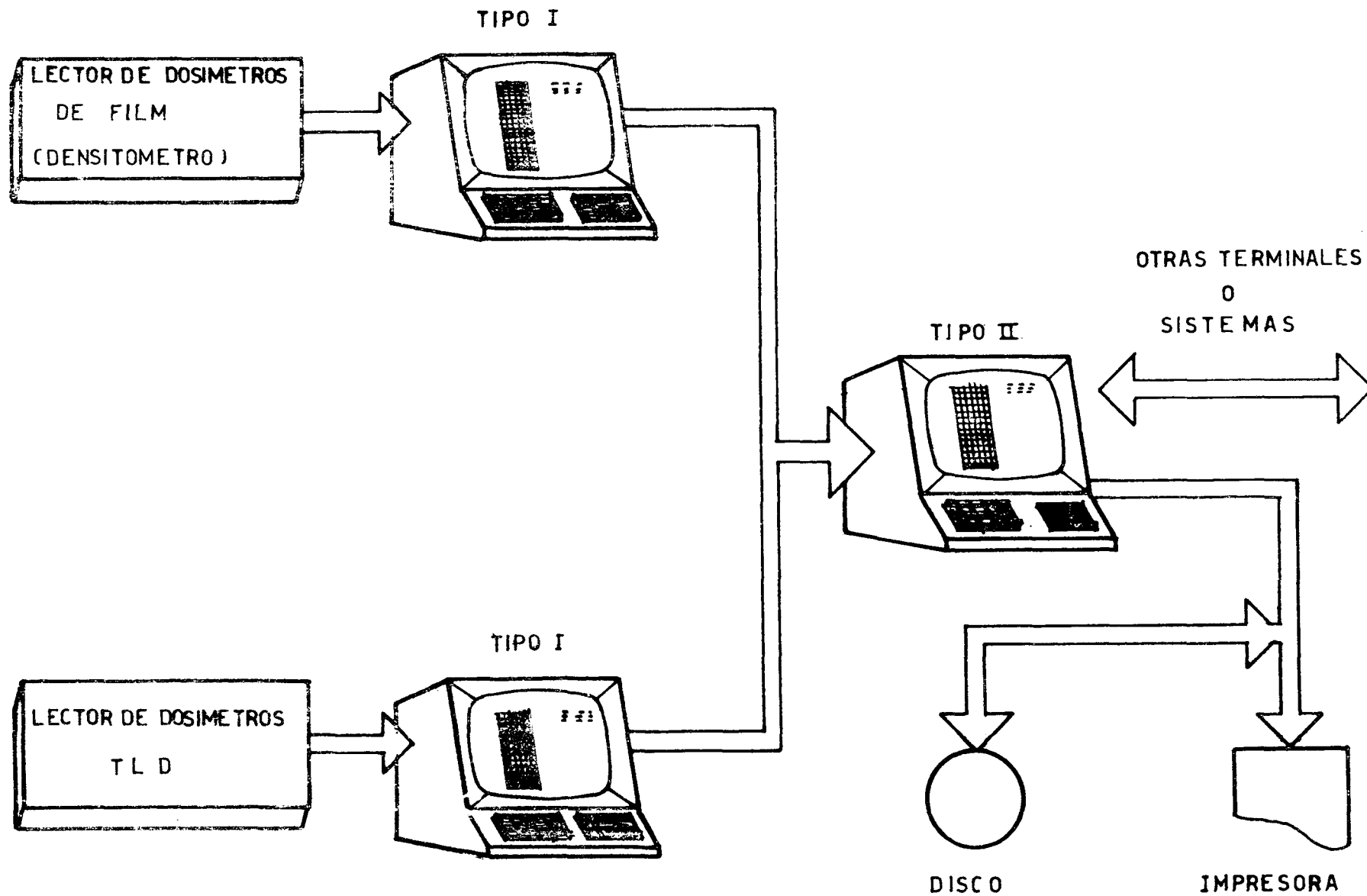


FIG: 2

GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
RELEVAMIENTO PRELIMINAR PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
POR MICROCOMPUTADORAS.

PRODUCIDO POR: " INSTRUMENTACION ESPECIAL"

_____ 0 _____

Septiembre de 1978.-

Preparado por: Fecha:

Sector: Interno N°

Introducción:

-¿Se efectúan procesos rutinarios en su sector?

-¿Cumple los objetivos?

- Breve descripción del proceso: pasos y secuencia:.....

.....

.....

.....

.....

De la Información:

- Objetivo:

- Origen:

- Destino:

-¿Con que datos está estructurada?

-¿Se utiliza información complementaria originada en otros procesos rutinarios inter
nos y/o externos al sector?

- Descripción:

.....

.....

Del proceso:

-¿Que cálculos matemáticos se realizan durante el proceso ó como consecuencia del
mismo?

.....

.....

-¿Que volumen de información se procesa por unidad de tiempo?

.....

.....

-¿Que frecuencia tiene la información de origen?

-¿Que frecuencia tiene la información de destino?

-¿Cuál es el momento oportuno en que se necesita la información?

-¿Estimar con que frecuencia y con que volumen se requiere información en forma cir
cunstancial durante el proceso ó fuera de él?

De los archivos:

- Nombre:
- Objetivos:
- Forma física:
- Volumen:
- Contenido por unidad de soporte:
- Frecuencia de actualización:
- Organización de acceso:
- Ordenamiento:
- Tiempo de mantenimiento de la totalidad del archivo:
- Forma de empleo a largo plazo como documentación:
 como archivo de proceso:
- OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS Y SUGERENCIAS:

FIRMA.

SUMARIO
INTRODUCCION
DESCRIPCION

CARACTERISTICAS
TECNICAS

CARACTERISTICAS
OPERATIVAS

RELACION CON OTROS
SERVICIOS

AMPLIACION

CORRESPONDENCIA

AREAS DE APLICACION

TECLADO
PANTALLA TV
DISCO
MEMORIA

EXHIBICION DE DATOS
CREACION DE ARCHIVOS
IMPRESION DE FORMULARIOS
MODIFICACION DE PROGRAMAS

INTERCAMBIO DE ARCHIVOS
UNIFICACION DE DENOMINACIONES
VERIFICACION DE INFRACCIONES
ACTUALIZACION DE REGISTRO DE USUARIO

CAPACIDAD DE MEMORIA
CAPACIDAD DE CALCULO

SISTEMA DE BUS NORMALIZADO
INTERFASES
CODIGOS
RELACION CON IBM 1130/7

CONTADOR DE TODO EL CUERPO
ESTUDIOS AMBIENTALES
OTROS

A. MODIFICACION DE PORTADOSIMETROS
B. DENSITOMETRO
C. OPERACION DEL SISTEMA
D. FORMATOS DE ARCHIVOS Y FORMULARIOS

APENDICE

ANTEPROYECTO DE UN DENSITOMETRO OPTICO CON PREVISION PARA
UN TERMINAL DE MICRO-PROCESAMIENTO ACOPLADO

NEETZEL, C.; ROCHETTI, L.

SUMARIO: A fin de posibilitar la lectura de dosímetros personales "film" con procesamiento electrónico de datos, se estudia el diseño de un densitómetro óptico adecuado a tales requerimientos.

INTRODUCCION

El transductor elegido es un foto-tubo multiplicador de 9 etapas que es excitado por la iluminación proveniente de una lámpara incandescente luego de haber atravesado el film cuya densidad óptica se quiere medir, I.
La corriente anódica será una función lineal de dicha iluminación, a la que se la designa "iluminación transmitida". La densidad óptica es, por definición, igual a

$$D = \log_{10} \frac{I_0}{I}$$

siendo I_0 la iluminación incidente sobre el film.
Por lo tanto, si se mide la iluminación transmitida la escala de medición será logarítmica con respecto a la corriente anódica.

Se hace necesario así un amplificador anti-logarítmico a fin de linealizar la escala.

Otro criterio consiste en hacer trabajar al fototubo multiplicador como un generador de corriente constante independiente del nivel de iluminación.

Para ello se debe controlar adecuadamente la tensión de diodos y dado que, tal como surge de las características del flujo luminoso incidente, la medida de dicha tensión resulta ser directamente proporcional a la densidad óptica.

Finalmente, un tercer criterio consiste en hacer trabajar al transductor como fuente de corriente controlada acoplado a un conversor corriente-tensión.

Actualmente se están evaluando los tres criterios de diseño a fin de seleccionar el óptimo en cuanto a calidad/costo.

APLICACION DE LOS MICROPROCESADORES AL MONITORAJE
DE LAS HIJAS DE VIDA MEDIA CORTA DEL RADON
EN MINAS DE URANIO

CHIARIANO, C.; ROCHETTI, L.; SAJAROFF, P.M.

Se ha iniciado el estudio de la posibilidad de implementar un monitor portable de Ra A, Ra B, Ra C y "Working-Level" en minas de uranio, (1).

La idea consiste en aplicar la potencialidad de la actual tecnología electrónica programable, los microprocesadores, como unidad de cálculo en la resolución automática de las ecuaciones lineales del método de Thomas, (2),

$$C_2 = \frac{1}{v.E} (0,16894 I_{2,5} - 0,08200 I_{6,20} + 0,077531 I_{21,30})$$

$$C_3 = \frac{1}{v.E} (0,001221 I_{2,5} - 0,020571 I_{6,20} + 0,049091 I_{21,30})$$

$$C_4 = \frac{1}{v.E} (-0,022521 I_{2,5} + 0,033181 I_{6,20} - 0,03771 I_{21,30})$$

$$WL = \frac{1}{1000v.E} (0,09611 I_{2,5} - 0,06501 I_{6,20} + 0,18811 I_{21,30})$$

donde

C_2 : concentración de Ra A en aire, pCi/l

C_3 : concentración de Ra B en aire, pCi/l

C_4 : concentración de Ra C en aire, pCi/l

WL : valor del nivel de trabajo.

Ij; k: contejo alfa neto entre los minutos j a k incluidos, una vez finalizado el período de muestreo del aire (5 minutos).

v : flujo de aspiración del aire, l/min

E : eficiencia del sistema de contejo alfa.

El criterio de diseño del monitor tendrá como punto de partida las siguientes consideraciones:

- posibilidad de introducir diferentes constantes en la secuencia de cálculo de las ecuaciones a fin de disponer de mayor flexibilidad.
- presentación de los valores medidos de contejo alfa $I_{2,5}$,

$I_{6,20}$ e $I_{21,30}$ en (cuentas/min) y de los resultados calculados C_2 , C_3 , C_4 (pCi/l) y WL.

- control de los tiempos de muestreo y de contaje por reloj electrónico incorporado programable.
 - introducción de los valores v y E ya sea por teclado, tarjeta u otro medio similar.
 - peso y tamaño compatibles con los de una unidad portable y con los requerimientos necesarios para un funcionamiento confiable en el medio ambiente hostil propio de las minas (alta temperatura y humedad, golpes y vibraciones, ambiente porvoriento, etc.).
 - mínimo número de controles para su manejo por personal no-especializado.
 - alimentación con 220 V 50 Hz o pilas internas recargables.
 - se pretende además establecer un lazo de control realimentado sobre el caudal de aire aspirado a fin de mantener v constante independientemente de la resistencia dinámica del filtro.
 - sistema de contaje alfa constituido por un tubo foto-multiplicador y un centellador SZn (Ag) que ha demostrado ser más adecuado que los detectores de barrera superficial para el funcionamiento en minas.
- (1) SAJAROFF, P.M.; "Monitoraje del radón e hijas del radón en minas de uranio", publicación CNEA en preparación, BUENOS AIRES, (1978).
- (2) THOMAS, J. W.; "Meaurement of radon daughters in air", Health Physics 23 783, (1972).

Detector Digital de Picos aplicable a la granulometría
de aerosoles

CHIARIANO, C.

1- Introducción

Uno de los principales inconvenientes en la granulometría de aerosoles por métodos foto-eléctricos es el tipo de señal obtenible, pulsos con tiempos de crecimiento lentos e irregulares en su pendiente (ruidosos).

Ello dificulta el procesamiento de los mismos para su análisis por sistemas multicanales debido a las limitaciones impuestas por los convertidores analógico-digital en cuanto al tipo de señal de entrada.

En base a ello se desarrolló un sistema de instrumentación que permite obtener un pulso conformado rectangular con función de transferencia lineal, ya que es necesario mantener la proporcionalidad de amplitudes a fin de hallar su distribución de frecuencias.

2- Principio de funcionamiento

2.1- Unidad de entrada

La señal a procesar posee una amplitud del orden de decenas de mV, con forma exponencial y tiempos de crecimiento y decaimiento del orden del mseg.

En los flancos se halla además superpuesto ruido e irregularidades propias del método de detección, cuyas amplitudes son aproximadamente dos órdenes de magnitud menor.

En base a ello se dispone de un amplificador A_1 el cual a su vez integra la señal en alta frecuencia. Su ganancia es variable, de 5 a 50.

A fin de evitar que las componentes de baja amplitud perturben la detección, se discrimina linealmente con un segundo amplificador A_2 , con ganancia 10.

2.2- Detector de picos

Ha sido implementado en base a un microcircuito híbrido tipo BURR-BROWN 4085. Su funcionamiento se detalla a continuación:

Según el estado lógico de dos niveles prefijables (A,B), el circuito puede funcionar en tres modos de operación diferentes:

Modo	A	B
Det. de picos	1	0
Enclavado	0	0
Puesta a cero	0	1

Además dispone de una salida digital que provee un pul-

so cuyo flanco de bajada coincide en fase con el valor pi co a detectar ("STATUS").

En la salida Vo se tendrá el máximo valor alcanzado que es conformado en ancho, pero manteniendo la linealidad de amplitudes, con una llave analógica MM4066 controlada por un monoestable M1 el que es a su vez disparado por el flanco de "STATUS".

La duración del pulso se fijó en 500 nseg.

La misma señal, retardada con un segundo monoestable M2 cambia los niveles

$$B = 0 = Q$$

$$A = 1 = \bar{Q}$$

en

$$B = 1$$

$$A = 0$$

con lo cual se pone a cero el 4085 y el circuito queda preparado para recomenzar el ciclo de medición una vez finalizada la transición de M2.

2.3- Salida

A fin de evitar sobrepicos en la señal de salida se previó un amplificador de corriente (booster) en la etapa de salida, usándose para ello un circuito integrado tipo LH0002.

El potenciómetro P₂ tiene por objeto evitar que haya rebotes en la línea de transmisión que acople el detector digital con un analizador multicanal y su valor debe prefijarse de modo que la etapa no opere en régimen sub-amortiguado.

- 3- En las figuras 1, 2 y 3 se detallan el diagrama en bloques, el esquema circuital y las respectivas forma de onda.

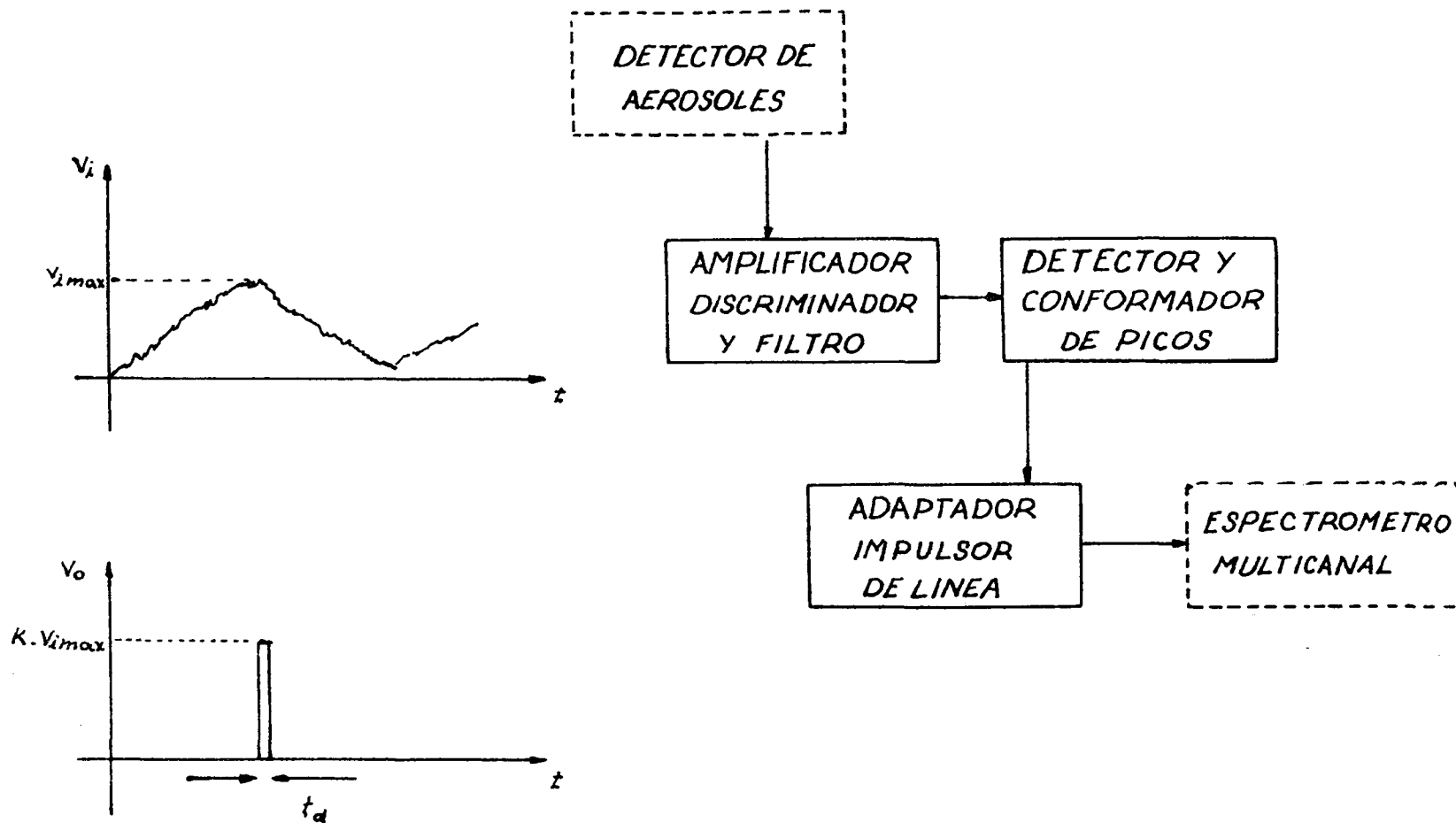
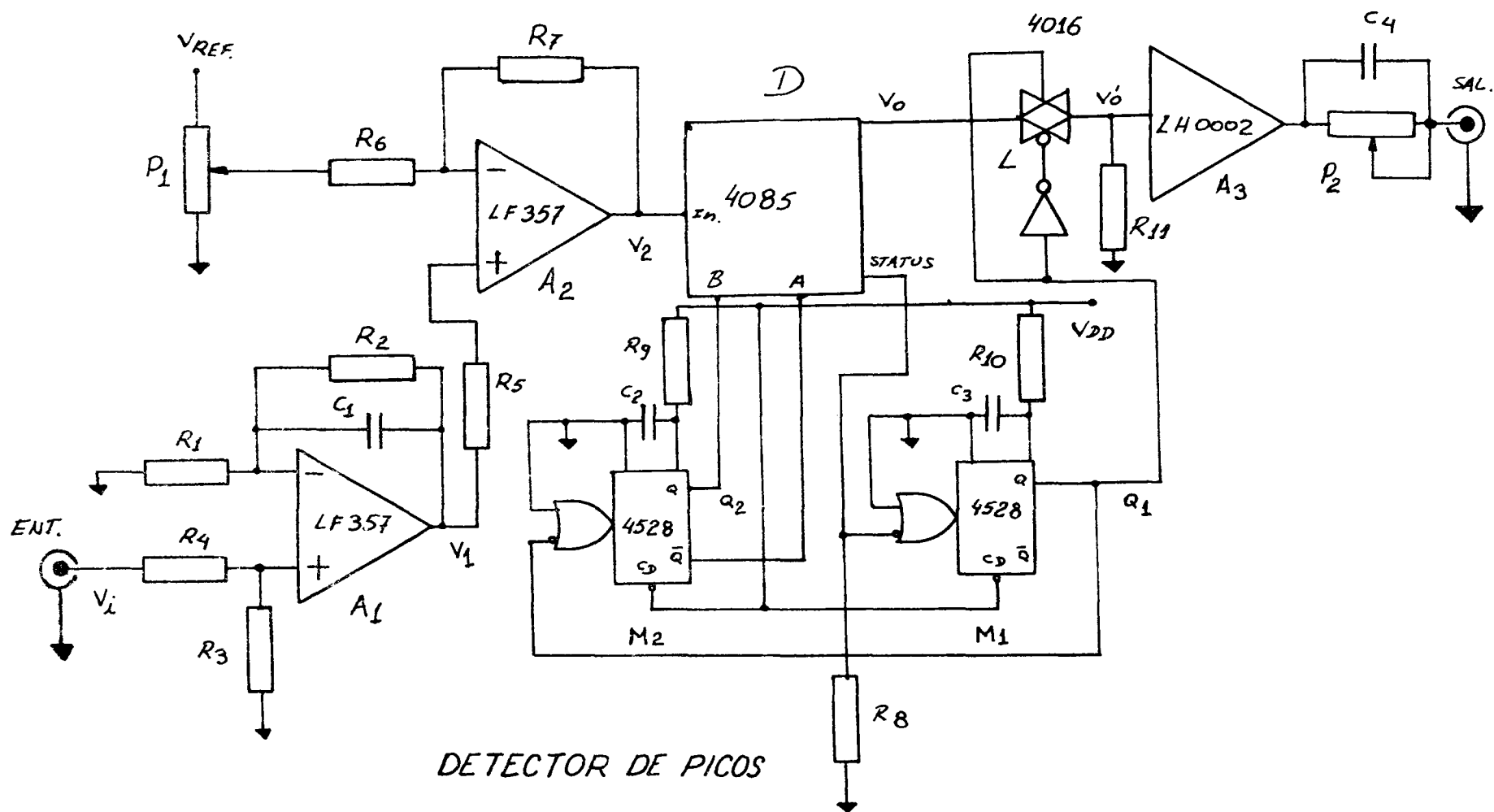
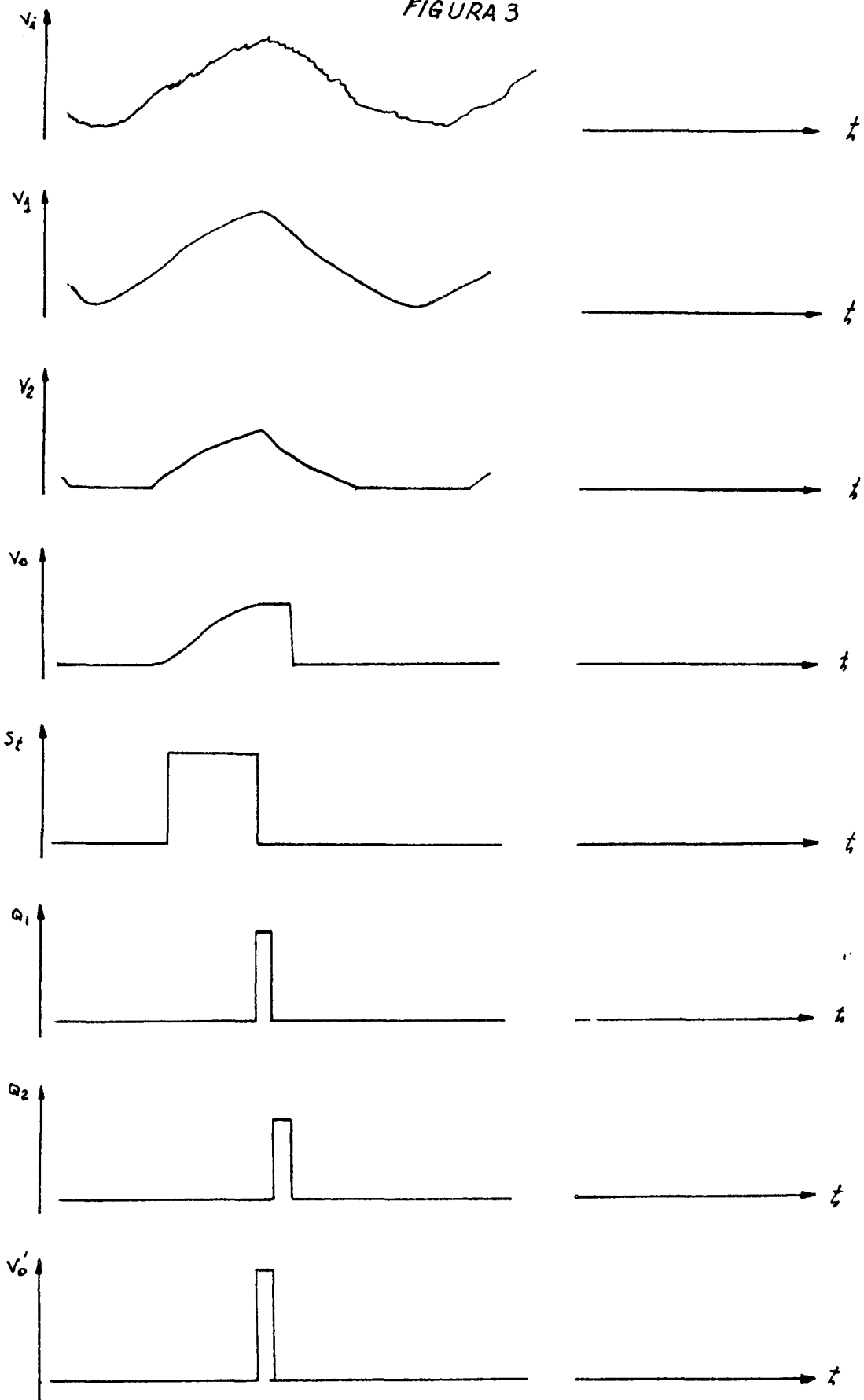


FIGURA 1



DETECTOR DE PICOS
FIGURA 2

FIGURA 3



MONITOR DE PULSO PLETISMOGRAFICO Y ELECTROCARDIOGRAMA:
APLICACION AL SEGUIMIENTO RADIOSANITARIO DE
IRRADIACIONES PARCIALES EXTERNAS.

BONINO, A.; PEREZ, A.; SAJAROFF, P. M.

1.- INTRODUCCION.

Se describe un monitor de pulso pletismográfico y electrocardiograma desarrollado y construido en la Sección Instrumentación Especial con registro gráfico simultáneo a fin de poder correlacionar ambas variables en el seguimiento radiosanitario de accidentados por irradiaciones parciales externas, (1).

2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

2.1.- Pletismógrafo.

Su principio de funcionamiento se detalla en el Informe de Progreso anterior de este sector, (2).

2.2.- Electrocardiógrafo.

Consiste básicamente en un amplificador con entrada diferencial, de alta impedancia de entrada y con elevado rechazo de modo común.

Dada la baja amplitud de las señales bioeléctricas y el elevado nivel de ruido de modo común se hace necesario un amplificador de características particulares, tales como las mencionadas.

3.- DESCRIPCION TECNICA.

3.1.- Unidad de pulso pletismográfico.

En la figura 1 se detalla el circuito electrónico correspondiente.

El transductor está constituido por una fuente luminosa, cuya tensión de alimentación es estabilizada a fin de evitar variaciones de intensidad luminosa en el haz generado, y un foto-resistor ópticamente acoplado.

El haz luminoso proveniente de dicha fuente es reflejado por la extremidad a monitorear y parte del mismo es captado por el resistor, cuyo valor óhmico varía en función de la intensidad luminosa incidente.

En base a ello, haciendo circular una corriente constante sobre el foto-resistor se puede obtener una tensión proporcional al haz luminoso incidente o sea, a la fracción reflejada. Esta es, a su vez, proporcional al flujo sanguíneo que en forma pulsátil circula en la extremidad monitoreada. Como existen movimientos físicos inevitables en la zona en cuestión respecto del sensor, éste los puede interpretar como señal y se efectúa por lo tanto un filtrado en la zona de muy baja frecuencia del espectro.

Ello se implementó con filtros activos en cascada a fin de obtener una señal con línea de base estable y libre de ruido en baja frecuencia.

3.2.- Unidad de electrocardiograma.

El circuito se detalla en las figuras 2 y 3.

El mismo está compuesto por una llave selectora a fin de obtener las diferentes derivaciones electrocardiográficas, (3).

Un relé comandable manualmente en forma adecuada permite seleccionar la entrada al amplificador diferencial:

- la salida de la llave selectora de derivaciones, o sea la variable en sí
- una señal cuadrada de 1 mV para calibración del registrador gráfico o de un osciloscopio.

El amplificador seleccionado fue un circuito integrado tipo BURR-BROWN 3660 de instrumentación. Sus características principales son:

- impedancia de entrada: 2×10^{10} ohms
- alinealidad de ganancia: 0,03%
- ganancia variable hasta 1000
- RMC mayor que 110 dB para $G = 1000$

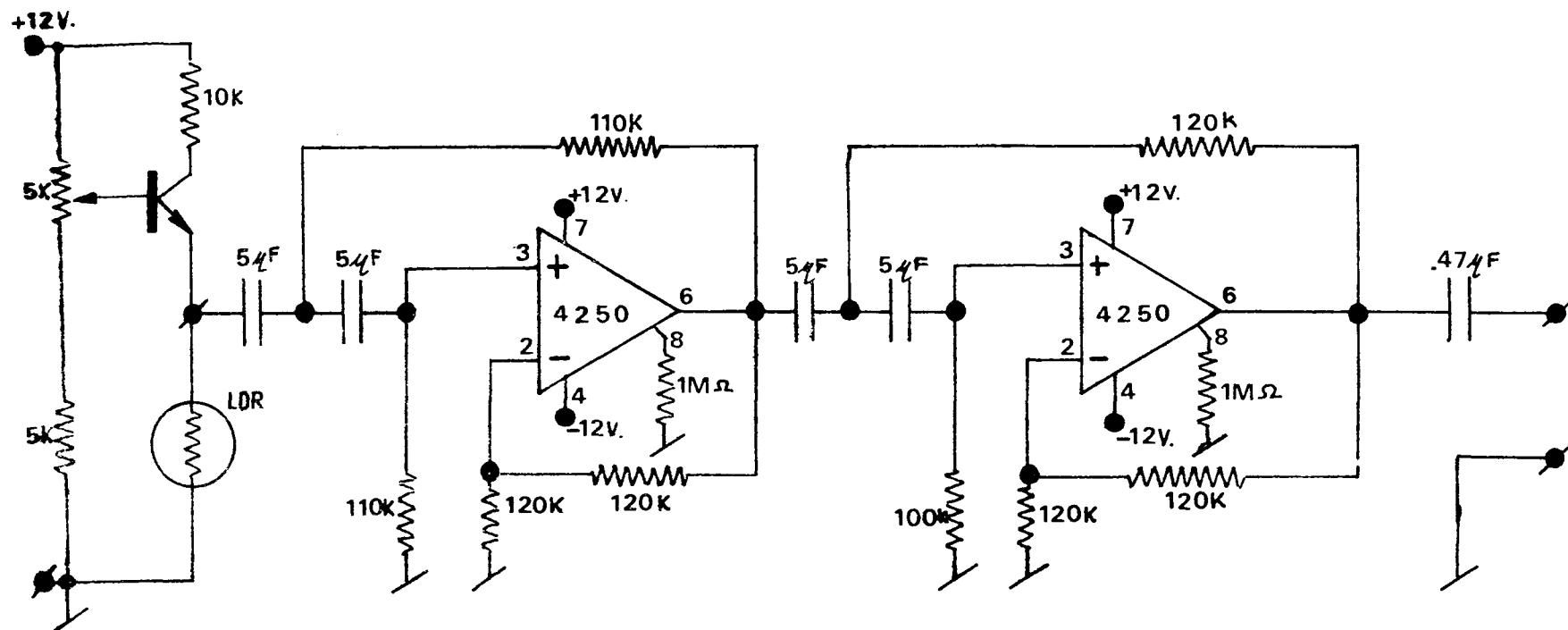
El corrimiento de la línea de base se evitó con un filtrado en baja frecuencia.

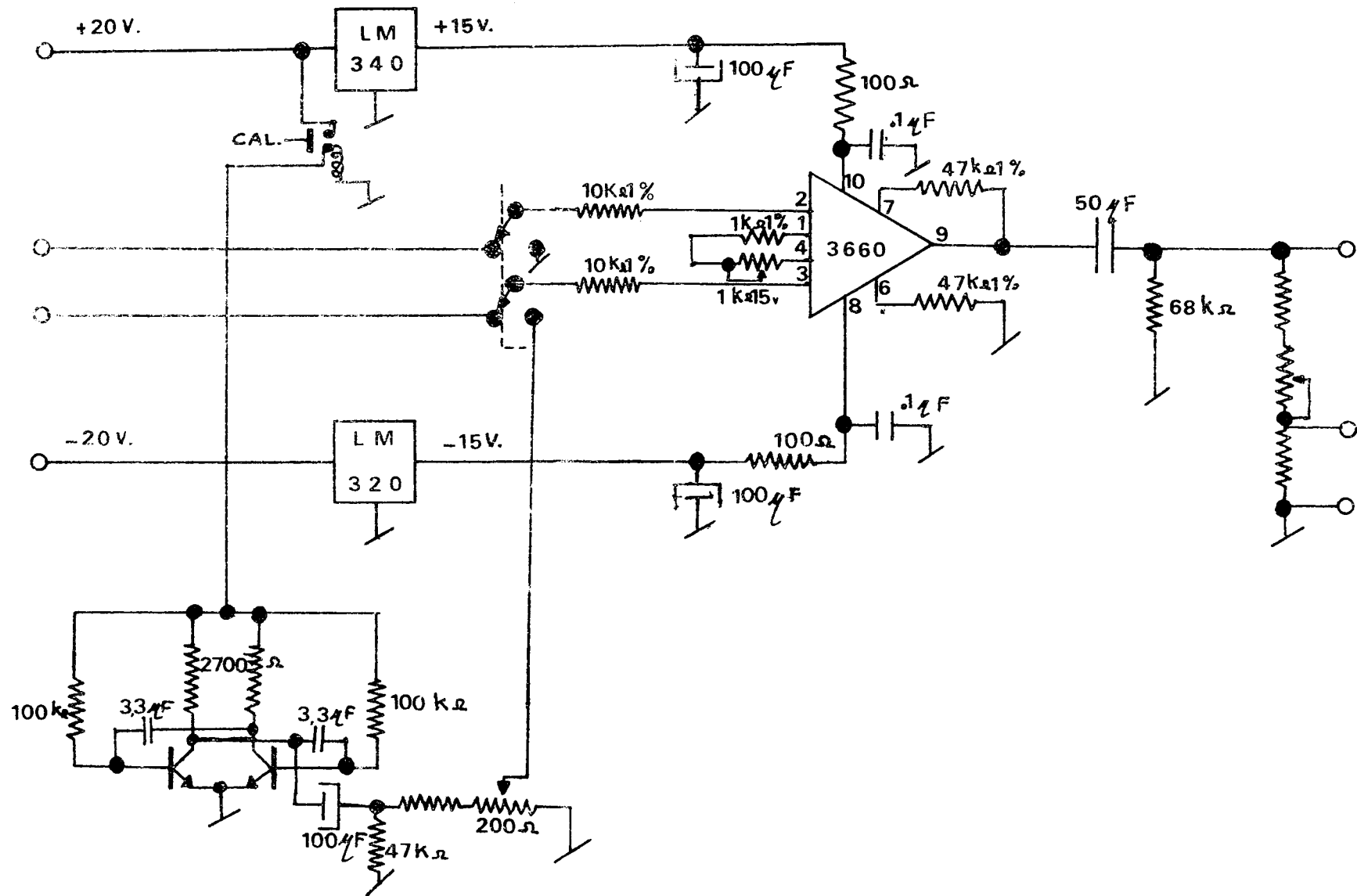
3.3.- Fuentes de alimentación.

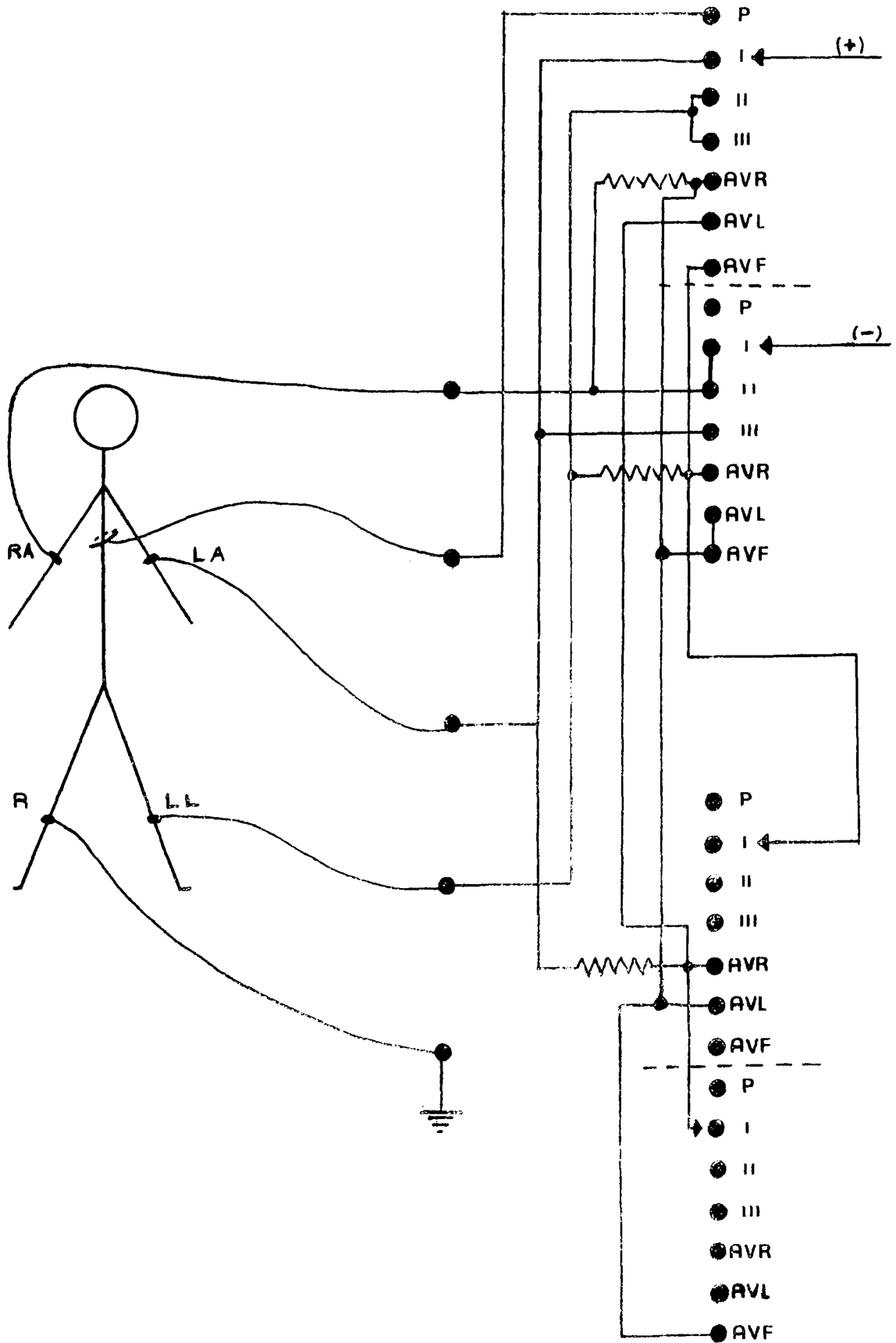
Dados los requerimientos de las unidades descritas se emplearon fuentes de alimentación integradas tipo LM320 y LM340.

Referencias:

- (1) GIMENEZ, J. C.; SAJAROFF, P. M.; "Valor pronóstico de la pletismografía en caso de irradiación parcial externa de extremidades", VII Reunión de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, San Rafael, Mendoza (1978).
- (2) SAJAROFF, P.: "Monitor de Pletismografía", Publicación CNEA NT 16/78, Buenos Aires, (1978).
- (3) STRONG, P.; "Biophysical measurements", Tektronix, (1972).







REDUCCION DEL FONDO DE LAS CAMARAS PROPORCIONALES
EMPLEADAS EN LA DETERMINACION
DE CONTAMINACIONES INTERNAS CON ^{239}Pu .

BONINO, A.; SEGADO, R.

1- Introducción

Dado que el conteo de fondo de las cámaras multifilamentosas del contador de todo el Cuerpo era anormalmente elevado, se analizó el funcionamiento de la unidad de interfase(*) instalada, necesaria para acoplar dichas cámaras a un analizador multicanal.

En base al estudio del diseño de dicha interfase y de las formas de onda de las señales de entrada al ADC y anti-coincidencia se concluyó que:

- 1) la duración de los pulsos conformados digitalmente para disparar la anticoincidencia del analizador era incorrecta.
- 2) el retardo de dichos pulsos respecto de las señales analógicas de análisis no era el adecuado.
Estos inconvenientes se solucionaron actuando sobre la conformación digital e integrando la señal en la compuerta analógica de salida.

Resultados obtenidos

Se redujo el conteo de fondo de 80,1 cuentas/minuto a 13,5 con sólo un 10% de disminución de la eficiencia en la zona de interés (12 a 22 KeV).

Los valores obtenidos son el promedio de un gran número de mediciones a fin de tener una razonable precisión estadística.

(*) CHIOSSI, C.; HAEHNEL, C.; "Unidad de Interfase para Detectores Proporcionales de ^{239}Pu ". Informe de Progreso correspondiente al primer semestre 1972, Departamento Ingeniería de Protección, G.P.R.y S.
Publicación CNEA RS 40/88, (1972).

SISTEMA AUTOMATICO DE ADQUISICION DE
DATOS MICROMETEOROLOGICOS

BONINO, A.; SAJAROFF, P.M.

1- ESTADO ACTUAL

El prototipo del sistema automático de adquisición de datos micrometeorológicos, (1), (2), se encuentra en funcionamiento en laboratorios de la sección Instrumentación Especial, Centro Atómico Ezeiza, desde principios de 1978 registrando correctamente dirección y velocidad de viento. La unidad de adquisición y registro no presentó ningún tipo de desperfecto durante el período de pruebas mencionado (12 meses de funcionamiento continuo). Se utilizaron diversos tipos y marcas comerciales de cassettes presentando todas ellas iguales resultados satisfactorios. Se comprobó la autonomía de la unidad, del orden de 45 días, con baterías de plomo-ácido de 8 A/h para un período de muestreo de 5 minutos.

La unidad de lectura no presentó tampoco ninguna falla en su funcionamiento. Los ensayos de decodificación de los cassettes grabados y de presentación de datos, tanto en display digital como en teleimpresora, fueron exhaustivos en el período de pruebas mencionado observándose un excelente resultado. La salida a computadora se piensa utilizar en breve tiempo una vez que encuentre operativo el sistema 7/IBM posterior a la puesta en marcha por personal de dicha firma.

2- RESULTADOS OBTENIDOS

En los datos leídos se produjeron muy pocos errores por imparidad en el dato recuperado. Durante el período de prueba se verificó además el buen funcionamiento y mantenimiento de calibración de los sensores, no observándose variaciones por efectos de la temperatura y envejecimiento.

En base a los resultados experimentales puede inferirse en consecuencia la buena confiabilidad del sistema y de su diseño.

3- INDUSTRIALIZACION DEL PROTOTIPO

Esta Comisión Nacional adjudicó a la firma INVAP S.E. diez (10) sistemas automáticos completos, incluyendo sensores y módulos de repuesto, compitiendo a la sección Instrumentación Especial la confección de las especificaciones técnicas (elementos, materiales despiece mecánico, circuitos, etc.), planos mecánicos y electrónicos respectivos. **Además, este sector supervisará el armado, calibración y puesta en funcionamiento.**

El sistema Automático de Adquisición de Datos Micrometeorológicos desarrollado por la Sección Instrumentación Espe

cial será utilizado por diferentes sectores de la Institución, a saber

- Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad, Sección Estudios Preoperacionales: obtención de los parámetros meteorológicos que caracterizan el micro-clima de un emplazamiento.
Asímismo se proyecta emplear el sistema en registro de datos sísmicos en el campo de la seguridad nuclear, en el monitoreo del medio ambiente en las cercanías de instalaciones nucleares (fall-out, perfilaje térmico de masas de agua, etc.).
- Dirección de Investigación y Desarrollo, en conjunto con la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología: estudio de fuentes de energía no-convencionales tales como la energía eólica.
- Proyecto Agua Pesada (P.A.P.): estudios micrometeorológicos del emplazamiento de la planta que se instalaría en Arroyito, Prov. de Neuquén. En este caso y por encargo del P.A.P, el sistema de Adquisición de Datos sería construido por el Servicio de Hidrografía Naval compitiendo a la Sección Instrumentación Especial brindar el apoyo técnico necesario (especificaciones técnicas, supervisión, etc.) tal como en el caso de INVAP.

(1). BONINO, A.; HAEHNEL, C.; MANCHADO, M.; ROCHETTI, L.; SAJAROFF, P.M.; WICHER, C.; "Sistema Automático de Adquisición de Datos Micrometeorológicos", Publicación CNEA NT 16/8, Buenos Aires, (1978).

(2). Idem, publicación CNEA NT 17/78, Buenos Aires, (1978).

INSTALACION DE UN SISTEMA DE REGISTRO
DE DATOS MICRO-METEOROLOGICOS EN LA
CENTRAL NUCLEAR ATUCHA.

BONINO, A.; MANCHADO, M.; PEREZ, A.; SEGADO, R.

A solicitud de la C.N.A. se instaló en la consola de comando un sistema de registro de datos micro-meteorológicos (dirección y velocidad del viento) vinculado al ya existente, operado por personal de la Sección Estudios Preoperacionales. La vinculación se realizó por medio de un cable multipar tipo telefónico y una unidad de interfase.

Los circuitos electrónicos, detallados en la figura 1, consisten en dos convertidores tensión-corriente implementados con amplificadores operacionales.

El sistema de registro consiste en dos unidades RUSTRAK convencionales cuya confiabilidad ha quedado demostrado por el largo tiempo de funcionamiento sin fallas.

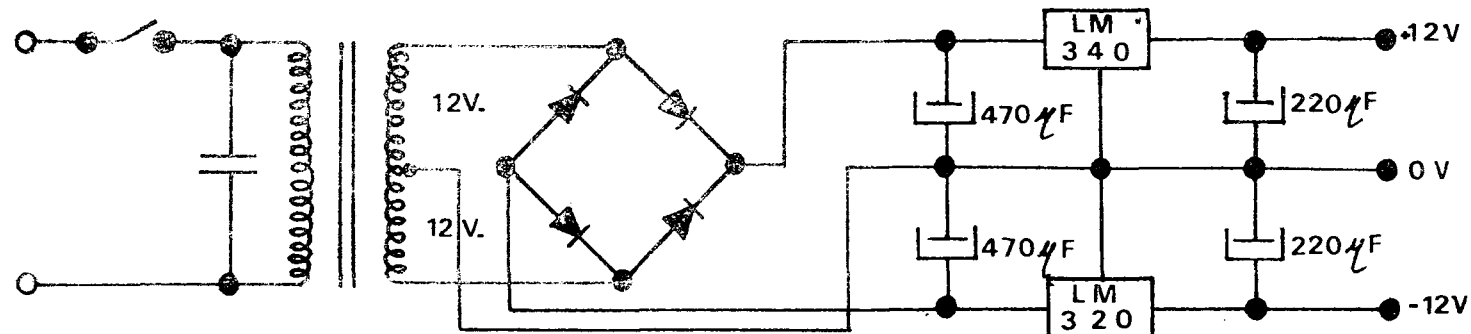
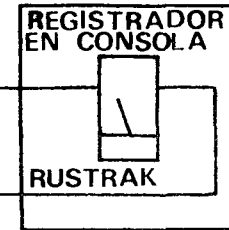
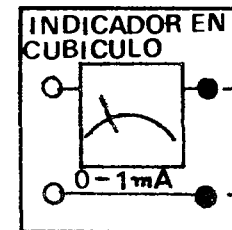
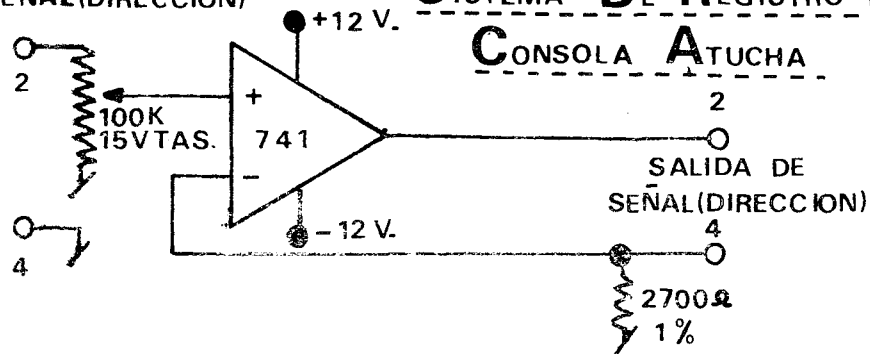
Dadas las restricciones al acceso a la consola de comando de la CNA se previó un conjunto de dos instrumentos de aguja ubicado en el cubículo de la torre meteorológica a fin de verificar el correcto funcionamiento. Se dispone además de posibilidad de calibración del cero y de fondo de escala (*)

(*): Bonino, A.; "Sistema de registro de la dirección y velocidad del viento",
Informe de Progreso, Primer Semestre 1978, Sección Instrumentación Especial, Publicación CNEA NT 16/78, (1978)

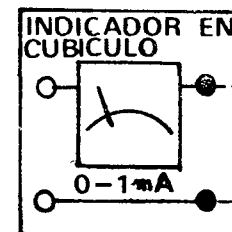
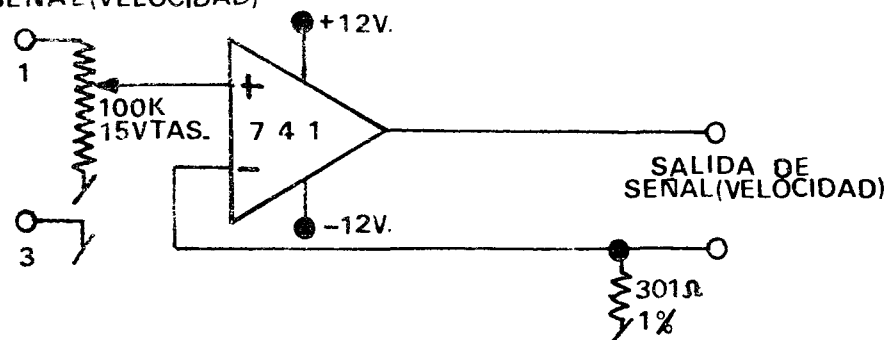
ENTRADA DE
SEÑAL (DIRECCION)

SISTEMA DE REGISTRO EN

CONSOLA ATUCHA



ENTRADA DE
SEÑAL (VELOCIDAD)



BOYA BATITERMOMETRICA

BONINO, A.; GIUSTINA, M.^(*); PAGANINI, C.; PEREZ, T.^(*);

SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.

Se prosiguió con las tareas de puesta en funcionamiento del sistema de enlace telemétrico e impresión de datos de perfilaje térmico del lago de la localidad de Embalse, prov. de Córdoba (ya descripto en el Informe de Progreso del sector correspondiente al primer semestre del corriente año).

Se procedió a botar la boya (por intermedio de la firma DYOPSA, la cual realizó las tareas de buceo, anclaje de los "muertos" y ubicación de los sensores en los niveles prefijados) y a instalar la baliza marina con resultados satisfactorios.

Los inconvenientes que se observaron fueron los siguientes:

- limitaciones en la confiabilidad de la unidad de transmisión telemétrica debido a las exigencias mecánicas (golpeteo de las olas, vibraciones, etc.) y ambientales.
- interferencias en el enlace telemétrico debido a transmisores portátiles; ello se solucionará solicitando a los usuarios respectivos un cambio de frecuencia y/o modificando la antena transmisora ubicado en la boya, a fin de darle características direccionales.
- línea de flotación de la boya; se mejorará por agregado de tambores adosables a fin de aumentar el empuje necesario.

En cuanto al sistema electrónico se mejorará en lo posible la performance del equipo mejorando su diseño pero con las limitaciones de concepción circuital y mecánica inherentes a su construcción.

En base a los resultados que se obtengan en función del tiempo de operación y de la experiencia que se acumule, se podrá realizar otra unidad diseñada y construída con las reglas del arte.

Respecto de la batería de Ni-Cd del transmisor, se instalará un panel solar a fin de reducir su descarga y consecuente recambio en la boya.

(*): Sección Evaluaciones Preoperacionales
División Estudios Ambientales.

Escalímetro de rango automático.

CHIARIANO, C.

1- Introducción.

Se describe un contador de pulsos con presentación digital de la información en notación científica (mantisa y exponente en base 10).

La unidad puede funcionar en dos modos de operación diferentes, seleccionables manualmente por el operador:

- Como escalímetro con período de conteo prefijable manual o automáticamente en 1 ó 60 segundos (según la frecuencia de pulsos a la entrada)
- como integrador, con puesta a cero manual.

La construcción modular permite acoplarlo dentro de la línea de instrumentación nuclear de cualquier cadena de medición.

El empleo de circuitos integrados C-MOS y circuitos impresos con agujeros metalizados permiten estimar una elevada confiabilidad.

2- Descripción circuital

En la figura 1 se detalla el diagrama en bloques.-

2.1- UNIDAD DE PRESENTACION

Se compone de cuatro dígitos del tipo LED siete segmentos, tres de los cuales representan la mantisa y el exponente de 10 el cuarto. Posee además la cifra 10 (base del exponente) permanentemente encendida, dos diodos LED de indicación de período de conteo y dos indicadores luminosos de velocidad de conteo.

2.2- DECODIFICADOR Y RETENEDOR

Se compone de cuatro unidades que permiten retener la cifra del período anterior y decodificar del código BCD a la unidad de presentación digital.

2.3- CONTADORES DE PRESENTACION

Se compone de cuatro contadores por 10 correspondiendo tres de ellos a mantisa y uno a exponente.

2.4- CONTADORES SUPLEMENTARIOS

Se compone de cuatro contadores por 10 los cuales permiten que el exponente progrese hasta un máximo de 4.

2.5- LOGICA DE SELECCION

Comanda el ingreso de la señal a los contadores correspondientes, de acuerdo al estado del exponente.

2.6- DETECTOR DE RANGO

Permite la prefijación automática del período de conteo de acuerdo al rango.

2.7- UNIDAD CRONIZADORA

Genera los comandos de período de conteo; activa el retenedor y pone a cero los contadores.

2.8- CONTROLES ACCESIBLES AL OPERADOR

Modo: Escalímetro-integrador

Automático: Si-No

Período: 1 Seg - 1 Min.

Puesta a cero

3- FUNCIONAMIENTO

3.1- COMO ESCALIMETRO

La señal a ser contada, pulsos conformados provenientes de un discriminador, ingresan a una compuerta "Y" (I_8) la cual es comandada por la unidad cronizadora. La misma permitirá el ingreso de señal durante un tiempo igual a 1 seg o 1 Min, según la selección.

Partiendo de una condición inicial de puesta a cero, la lógica de selección, formada por las compuertas "O" E_0 ; E_1 ; E_2 ; E_3 ; E_4 ; E_5 ; I_1 ; I_2 ; I_3 ; I_4 ; I_5 , se encargará de ingresar la señal a los contadores correspondientes según se detalla seguidamente.

Según sea el estado del exponente, 0; 1; 2; 3; 4, la señal de entrada ingresará a D_3 ; D_4 ; D_5 ; D_6 ; D_7 ; o sea, partiendo inicialmente de puesta a cero, la señal ingresará a D_3 hasta que la presentación alcance la cifra 999×10^0 . El próximo pulso de entrada hará que el contador alcance la cifra de mantisa 000. En esta condición, la transición negativa de D (de D_1) dispara el monoestable M_1 el cual avanza en 1 a D_1 y la misma transición avanza en 1 al contador de exponente D_8 ; en estas condiciones, se habrá pasado a la condición 100.10^1 ; pero a partir de ahora, se detectará el exponente 1 y la señal ingresará a D_4 ; haciendo una potencia de 10 más pesada a la mantisa, este proceso progresará hasta un exponente máximo de 4, para el cual se habrá alcanzado al contador D_7 .

DESBORDE

El mismo actúa cuando se alcanza la cifra 500.10^4 , y se indica encendiendo alternadamente los dígitos y los puntos decimales.

Al alcanzarse el N°5 en D_1 y si simultáneamente se detecta el exponente 4 se generarán en E_5 y E_4 dos transiciones positivas las cuales activan al FLIP-FLOP F_5 , el cual efec

tuará la tarea de parpadeo en el "DISPLAY".

PERIODO DE CONTAJE

El mismo puede ser prefijado manual o automáticamente en 1 seg. o 1 min. mediante los controles "AUTOMATICO" y "TIEMPO".

AUTOMATICO "NO": En esta posición se habilita la llave de tiempo mediante la cual se podrá ingresar el código adecuado al reloj.

AUTOMATICO "SI": Aquí se cede el control del código del reloj al detector de rango, formado por F_2 ; F_3 ; I_6 ; I_7 ; O_6 ; su funcionamiento se describe a continuación: Al encender la unidad, F_2 se posiciona en $Q = 0$ $\bar{Q} = 1$; F_3 en $Q = 1$ $\bar{Q} = 0$. En esta condición, el primer período de conteo será de 1 seg.; si durante ese lapso no se su- pero la cantidad de 999, al próximo pulso de LATCH, se copiará a la salida de F_3 el estado de F_2 , volcando ahora al reloj a 1 min.

De haberse superado 999 se generaría una transición positiva en E_1 la cual, al estar habilitada I_7 , posicionará F_2 en $Q = 1$ $\bar{Q} = 0$. Al próximo pulso de LATCH este estado será copiado a la salida de F_3 y mantendrá al reloj en el período de 1 seg.

En el caso de 1 minuto, se bloquea I_7 y se habilita I_6 y ahora, si se supera la cifra de 999.10^5 , se genera una transición positiva en E_4 , la cual llevará a F_2 al estado $Q = 1$ $\bar{Q} = 0$ y al próximo pulso de LATCH, este estado será copiado a la salida de F_3 y volcará al reloj al período de 1 seg.

Al finalizar cada período de conteo, M_4 posiciona a F_2 en el estado $Q = 0$ $\bar{Q} = 1$.

UNIDAD CRONIZADORA

Se compone de un reloj del tipo MK5009, F_1 y los monoestables M_2 , M_3 , M_4 . Se genera así una señal de habilitación de 1 seg. o 1 min. según sea el caso y un período de espera de $60 \mu\text{seg.}$ durante la espera: los monoestables M_2 y M_4 generan los pulsos de "LATCH" y "RESET" respectivamente. M_3 produce una demora de $20 \mu\text{seg.}$ entre los pulsos de LATCH y reset con el fin de no producir una superposición de comandos al contador y retenedor, habilitando además F_3 .

3.2- COMO INTEGRADOR

Ahora el selector de modo deberá llevarse a la posición "INTEGRADOR". De esta forma, partiendo de la condición de puesta a cero la cual se logra oprimiendo el pulsador de puesta a cero, los contadores almacenarán las cifras anteriores dado que ahora se impide que llegue el pulso de puesta a cero. Cuando se alcance la condición de desborde se podrá repetir el proceso poniendo a cero manualmente los contadores mediante el pulsador puesta

a cero.

4- CARACTERISTICAS TECNICAS

Resistencia de entrada: 10 k Ω constante

Resolución: 200 nseg

f máx : 5 MHz

Amplitud de entrada:

Mínima : 8 V

Máxima : 12 V

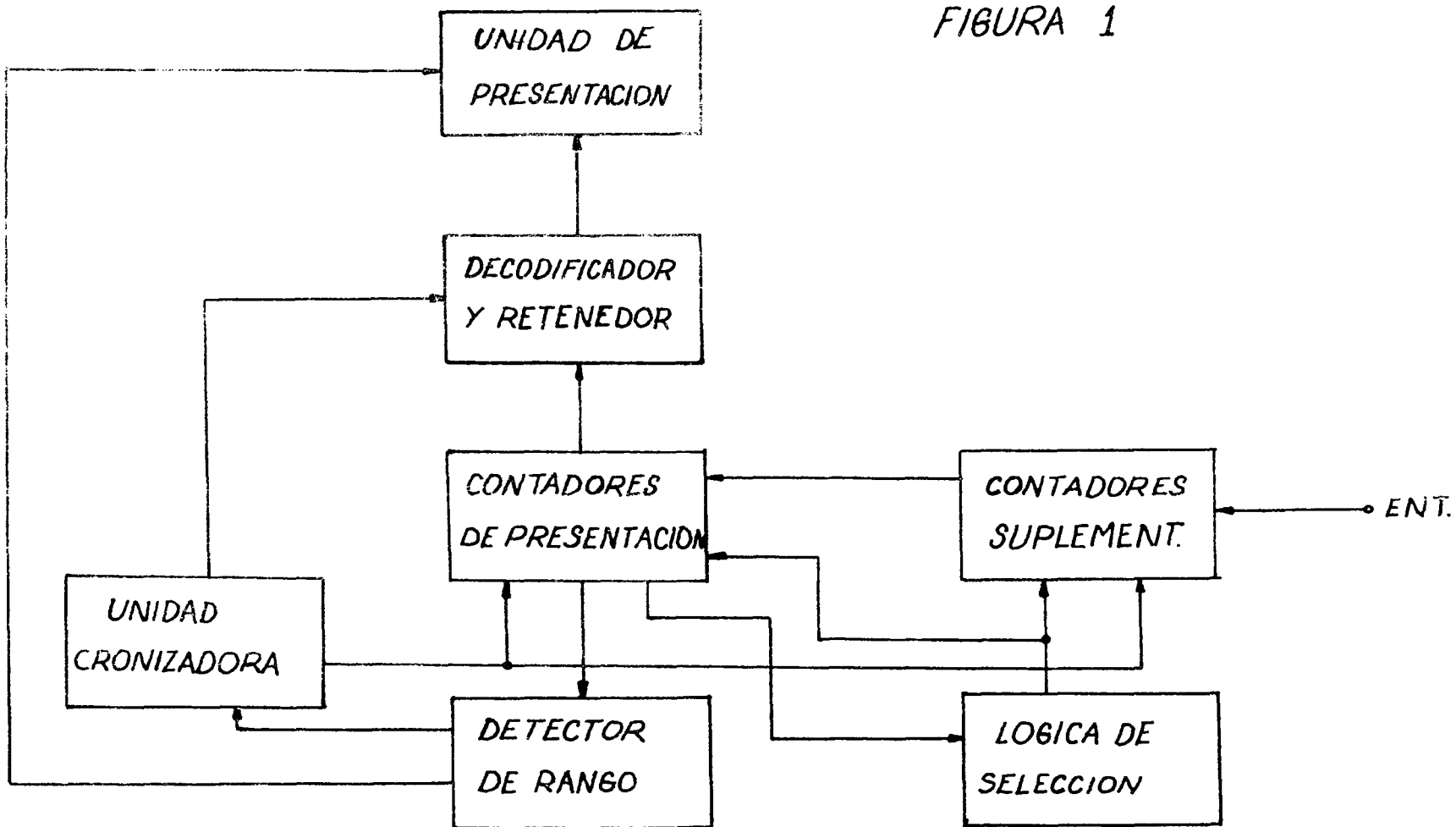


FIGURA 1

MONITOR DE IODO EN TIROIDES

GRANATA, J.; NEETZEL, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.

1- Introducción

Se describe un monitor de Iodo 131 destinado al control Radiosanitario del Personal ocupacionalmente expuesto a contaminaciones internas de éste radionucleído. El detector consiste en un cristal centellador de 1 1/2" de diámetro (modelo F H421/Z2) acoplado a un fototubo Valvo 153AVP.

Los pulsos de salida del fototubo, con una frecuencia proporcional a la actividad o sea, a la magnitud de la contaminación, son procesados por un analizador monocanal.

2- Descripción Técnica

En la figura 1 se detalla el diagrama en bloques del monitor. Se destaca la construcción modular de las distintas funciones del equipo.

2.1- Módulo Amplificador

En la figura 2 se muestra el circuito del amplificador que consta de tres etapas.

La primera es una configuración circuital transitorizada de alta velocidad con un atenuador variable a su salida.

La segunda etapa es un amplificador de alta ganancia que emplea un circuito integrado LF 357 de alta Performance y "slew-rate".

La tercera etapa está constituido por un segundo amplificador operacional con ganancia unitaria y conectado como inversor.

De estas dos etapas se obtiene la polaridad adecuada del pulso de salida mediante una llave selectora en el panel frontal del módulo.

Las alimentaciones del módulo se independizaron; la positiva por medio de un circuito integrado de gran estabilidad y regulación, la negativa, por medio de un filtro tipo pi a los fines de evitar el acoplamiento de señales no deseables.

2.2- Módulo Discriminador

Su circuito detallado se presenta en la fig.3.

Mediante los potenciómetros P_1 (nivel de Base) y P_2 (Ancho de canal) se prefijan los correspondientes niveles de tensión V_I y V_S respectivamente, los que son aplicados a sendos amplificadores operacionales, (uno en configuración sumador y el otro en conexión inversor) con lo cual los niveles de continua a la salida de los mismos pasan a ser $|V_I + V_S|$ y $|V_I|$; en estas condiciones

se tiene una ventana determinado por un umbral inferior (V_I) y un umbral superior (V_S). Mediante una lógica adecuada de coincidencia todos los pulsos de entrada cuya amplitud Pico sea mayor que V_I e inferior a V_S serán procesados, lo cual implica que a la salida se obtendrán pulsos lógicos conformados (+ 12V - 1µseg.).

2.3- Módulo doble Reloj. Escalímetro

Ha sido ya descripto en el informe de Progreso del sector correspondiente al 1ºSemestre del año 78.
El circuito completo se indica en la fig.4.

2.4- Módulo de Fuente Alta Tensión

Idem 2.3

2.5- Fuentes de Alimentación e Interconexionado de módulos

En la figura 5 se indica el conexionado de las fuentes y el interconexionado de los módulos.

3- Conclusiones

El equipo fue ensayado con diversos radio nucleídos obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a discriminación, acumulación y control lógico.

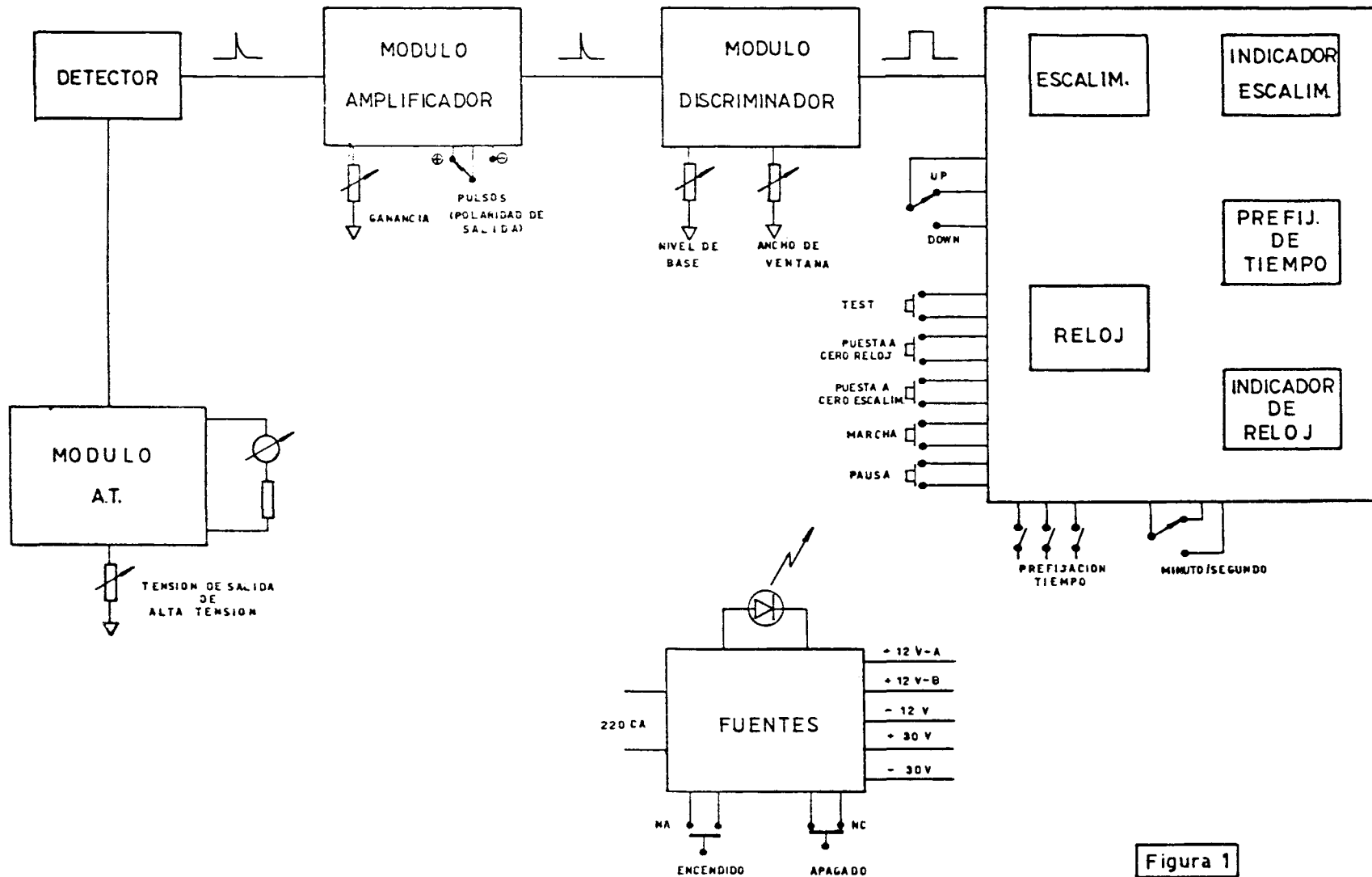
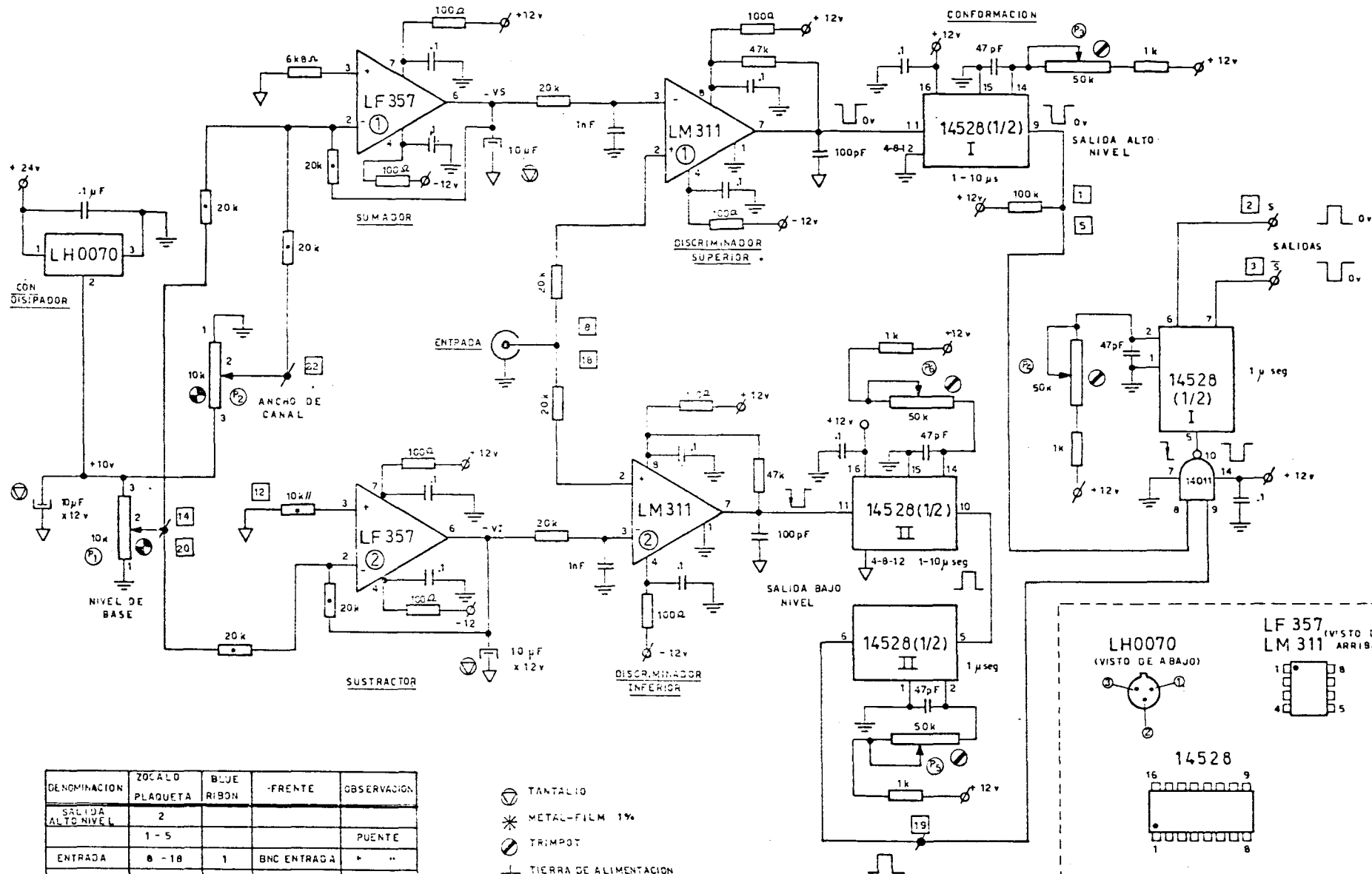


Figura 1

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA				
INSTRUMENTACION ESPECIAL				
Titulo				Nº
Dibujó	Revisó	Aprobó	Fecha	Escribió
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>		Febrero 79	



DENOMINACION	ZOCALO PLAUQUETA	BLOQUE RIBON	-FRENTE	OBSERVACION
SALIDA ALTO NIVEL	2			
	1-5			PUENTE
ENTRADA	8-18	1	BNC ENTRADA	" "
-12V	10	9		
TIERRA	12			
PM(2) POTE(1)	14-20		NIVEL BASE(PM2)	PUENTE
PM(2) POTE(2)	22		ANCHOCANAL(PM2)	
TIERRA	24-25	12-13	EXTREMO POTE	
+10V	26-27		EXTREMO POTE	(3)
+12V	28-29	15		FUENTE(18)

- TANTALIO
- METAL-FILM 1%
- TRIMPOT
- TIERRA DE ALIMENTACION
- TIERRA DE SEÑAL
- POTENCIOMETRO DE 10 VUELTAS EN EL PANEL CON DIAL DECIMAL
- CONECTOR PLAUQUETA

Figura 3

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA				
INSTRUMENTACION ESPECIAL				
Titulo		Nº		
MODULO DISCRIMINADOR				
Dibujó	Reviso	Aprobo	Fecha	Escala
<i>[Signature]</i>			MARZO 79	

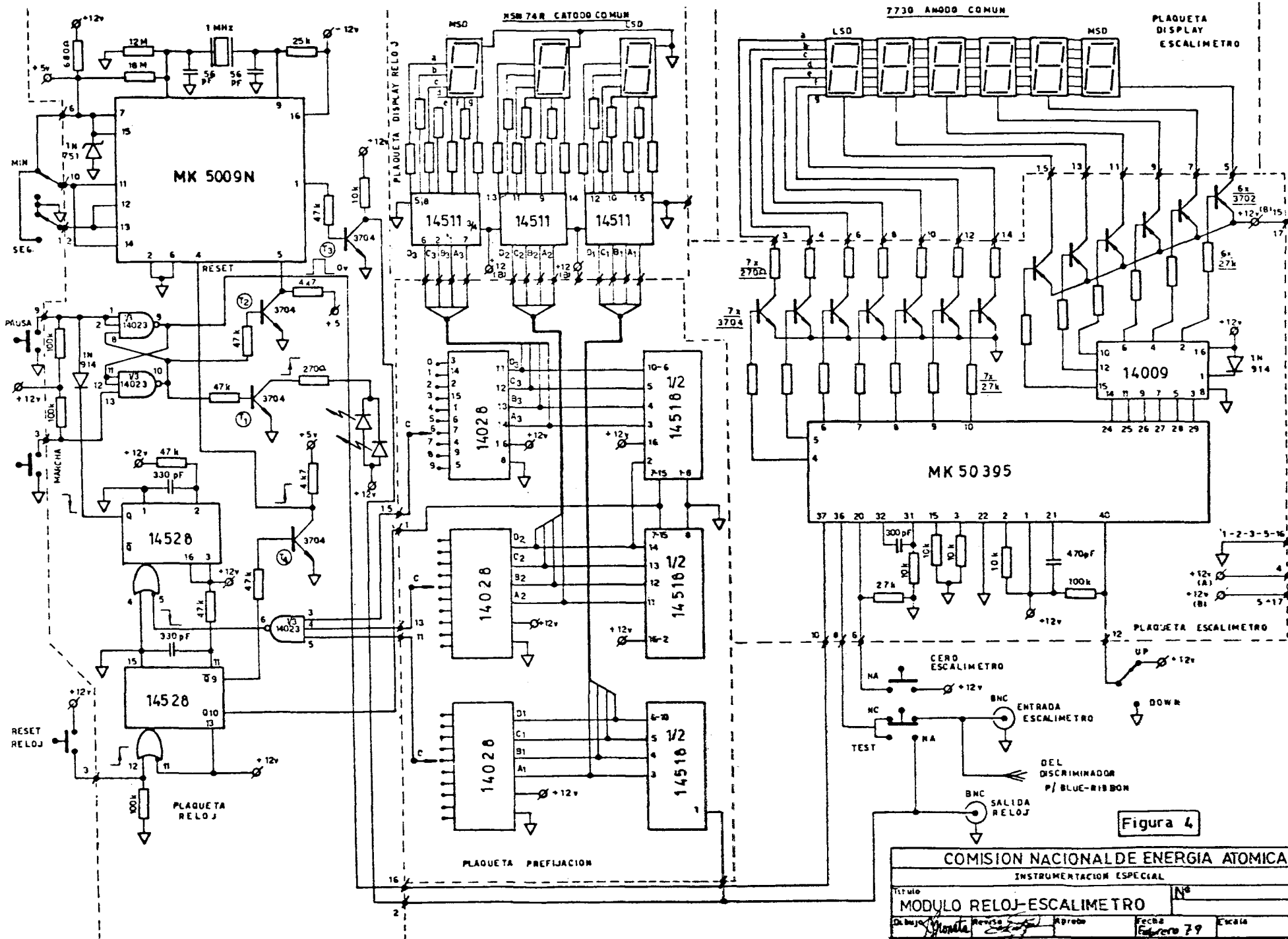


Figura 4

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA				
INSTRUMENTACION ESPECIAL				
Titulo			N°	
MODULO RELOJ-ESCALIMETRO				
Diseno	Revisio	Aprobado	Fecha	Escala
			Febrero 79	

CURSO DE INTRODUCCION A LAS COMPUTADORAS

ROCCHETTI, L.

Se desarrolló un curso básico destinado al personal de la Gerencia con el objeto de facilitar la comprensión de la estructura y posibilidades de los medios de computación disponibles en el área y consecuentemente difundir su uso y posibilitar la implementación de sistemas de ordenamiento de datos y control de procesos más ambiciosos.

La eficiencia y versatilidad de estos modernos métodos de control han generalizado su empleo en todo tipo de instrumentación de laboratorio, exigiendo una mejor comprensión por parte del usuario.

El curso se realizó en tres jornadas de cuatro horas y se desarrolló el siguiente temario:

- Estructura y funcionamiento de las computadoras digitales.
- Organización y búsqueda de la información
- Estructura de la información digital.
- Representación numérica
- Operaciones aritméticas.
- Nociones sobre la estructura de los programas.

CURSO DE INTRODUCCION A LOS MICROPROCESADORES

ROCCHETTI, L.

El extraordinario desarrollo alcanzado por la microelectrónica ha posibilitado la integración de numerosas funciones lógicas en un sólo componente físico, cuya expresión más acabada constituye lo que se conoce como "microprocesador". Este componente, más otros complementarios tales como memorias, entradas, salidas, etc, pueden dar lugar a la realización de una microcomputadora en una sola tarjeta, cuyas funciones y potencia de cálculo son comparables a máquinas más voluminosas realizadas con otras tecnologías. Su costo relativamente bajo ha difundido su área de aplicación a todo tipo de instrumental de laboratorio, como así también al ordenamiento de datos y control de procesos.

Esta nueva tendencia exige encarar una adecuada capacitación del personal orientado al diseño y mantenimiento de estos sistemas.

Dirigido a los integrantes del laboratorio de Instrumentación Especial, el curso se desarrolló sobre un total de 40 horas y contempló los siguientes aspectos relacionados con el tema:

- Elementos de computación
- Memorias; tecnologías y aplicación
- Microprocesadores; estructura y funcionamiento.

VALOR PRONOSTICO DE LA PLETISMOGRAFIA EN CASO DE IRRADIACION
EXTERNA PARCIAL DE LAS EXTREMIDADES

GIMENEZ*, J.C.; SAJAROFF, P.M.

Resumen:

Se aplica y desarrolla la Pletismografía en la evaluación del daño y pronóstico de irradiaciones externas en manos. Se correlaciona la evolución de lesiones dermoepidérmicas en manos con parámetros del registro de la onda de pulso. Se asigna valor pronóstico a la secuencia temporal de modificaciones de los valores de amplitud y período.

Introducción

La irradiación externa parcial de las extremidades es el accidente radiológico agudo más frecuente en nuestro país. Ha ocurrido en usuarios que desarrollan tareas de Gammagrafía Industrial y Radiología Médica.

En estas circunstancias, la asistencia médica depende de medidas de naturaleza diagnóstica y pronóstica de la región presuntivamente irradiada.

Las medidas diagnósticas tienden esencialmente a estimar la dosis y establecer si la irradiación es superficial o profunda.

Con tal propósito se aplican métodos de Radiodosimetría Física y Biológica.

Las primeras determinan gradientes de irradiación en el interior del cuerpo que permiten estimar la distribución de dosis. Una medida indirecta, de carácter pronóstico, de la distribución de la irradiación se realiza a través de la evaluación del grado de injuria del tejido conectivo-vascular.

El estudio de modificaciones de la circulación periférica permite además de estimar el grado de profundidad de la irradiación, evaluar la severidad de la misma.

La circulación periférica se puede evaluar por distintas técnicas tales como:

- a) la que mide la variación de la resistividad cutánea. Evalúa principalmente el compromiso de las capas superficiales de la piel;
 - b) el estudio de la permeabilidad vascular en radioisótopos, que incrementa la dosis del tejido presuntivamente irradiado;
 - c) la medición de la temperatura de piel y tejido subcutáneo, algo cruenta y sumamente influíble por la temperatura ambiente; y
 - d) la determinación de la profundidad de la lesión, por ultrasonido, que no evalúa la circulación periférica.
- (*): División Medicina Radiosanitaria, G.P.R. y S.

Con el propósito de superar las limitaciones de estas técnicas, hemos aplicado la Pletismografía y analizado parámetros del registro que permiten evaluar la magnitud y evolución del daño de efectos no estocásticos por irradiación externa en extremidades del cuerpo.

Método:

Se utilizó un equipo de Pletismografía constituido por un transductor fotoeléctrico acoplado a una etapa de registro. El principio de funcionamiento se basa en la reflexión de un haz luminoso colimado en una zona del cuerpo suficientemente irrigada por el flujo sanguíneo y no muy alejada de la epidermis.

Las variaciones del caudal sanguíneo, por acción mecánica del músculo cardíaco, provocan variaciones en la densidad de la zona iluminada y se detectan con un transductor fotoeléctrico.

Las señales analógicas así obtenidas son filtradas mediante integración-diferenciación y procesadas mediante un amplificador operacional realimentado.

La información se presenta en un osciloscopio de alta persistencia y/o en un registrador de alta velocidad de arrastre, adecuado para el registro de señales bioeléctricas.

Dado que en general las zonas a monitorear son las manos de trabajadores ocupacionalmente expuestos, el transductor se diseñó para el monitoreo pletismográfico en dedos; su tamaño es reducido, su colocación es rápida y puede también usarse en mediciones superficiales (brazos, pecho).

Se realizó el registro de la onda de pulso en toda situación accidental con presunta exposición del/los miembros superiores.

Con tal objeto se coloca el sensor sobre la superficie de la piel en la que se palpa pulso arterial.

Se comparó el registro:

- a) con la onda de pulso de conformación esperada;
- b) con las ondas de pulso obtenidas en zonas homólogas de ambos miembros.
- c) con ondas de pulso registradas en la misma posición en distintos tiempos.

Se miden los siguientes parámetros de la onda de pulso:

- a) la amplitud, en mV;
- b) el período, en seg.;
- c) el intervalo de tiempo en seg., desde el comienzo de la onda hasta su altura máxima;
- d) el ancho de onda a un décimo y a mitad de altura.

Se correlacionaron los parámetros de la onda de pulso con

los eventos clínicos del efecto no estocástico observado en piel.

Resultados:

Se realizaron registros de la onda de pulso en personas no expuestas y accidentalmente irradiadas en miembros superiores.

La tabla 1 resume las características del grupo irradiado.

TABLA 1

Tarea	Fuente de irradiación	Dosis estimada SV	Tiempo Accidente-Registro
-Radiología Médica	Rayos x (70 Kev)	0,1	15 días
- Difracción con rayos x	Rayos x (40 Kev)	12	5 días
		0,02	5 días
		0,04	5 días
- Radiología Médica	Co ⁶⁰	25	40 días
		7	35 días
- Gammagrafía Industrial	Ir ¹⁹²	12	1 día
	Ir ¹⁹²	0	1 día
	Ir ¹⁹²	0,025	7 días
	Ir ¹³⁷	5 - 10	10 años
	Cs ¹³⁷	0,04	7 días
	Cs ¹³⁷	0	4 días
	Cs ¹³⁷	0	4 días

Los registros se realizaron habitualmente antes de conocer se la distribución de dosis.

En todos los casos en que se observaron lesiones en piel (eritema, descamación seca, húmeda, úlcera, necrosis) se registraron diferencias de período y amplitud de la zona irradiada respecto de la homóloga. Mientras la zona radioexpuesta presentaba una gran variabilidad de estos parámetros, en la no expuesta eran constantes.

Esta variabilidad de amplitud y período se localiza sólo en la parte del miembro indicado.

Los accidentados con fuentes de baja energía (difracción con rayos x) no registraron alteraciones de la onda de pulso. En la Tabla 2 se presentan los resultados de la amplitud A, en mV, y el período T, en segundos, de los datos registrados clasificados en tres grupos, de acuerdo al tiempo de la observación respecto de la irradiación accidental.

TABLA 2

Grupo	Amplitud en mV $\bar{x} \pm s$	V%	Período en segundos $\bar{x} \pm s$	V%
-No irradiado	15 $\pm$ 3	20	0,7 $\pm$ 0,1	14,28
-Registro temprano	25 $\pm$ 13	52	0,3 $\pm$ 0,28	93,3
-Registro tardío	10 $\pm$ 2,5	25	0,7 $\pm$ 0,1	14,28

* $\bar{x}$: media

s : desviación standard

V% : coeficiente de Variabilidad

Existe una correlación entre la severidad de las lesiones observadas en el tiempo y los parámetros de la onda de pulso.

Esta relación tienen la siguiente secuencia temporal:

1. En las lesiones agudas se registran amplitudes y períodos variables. Primero se modifica la amplitud y luego el período, de acuerdo a la intensidad del daño.
2. Cuando el tejido tiende a la reparación, primero se recupera el período y luego la amplitud.

Tal vez una indicación del daño residual es la reducción de la amplitud (Tabla 2).

Conclusiones:

La conclusión entre los eventos no estocásticos en manos y los parámetros que caracterizan la onda de pulso permite presuponer que:

- la Pletismografía puede evaluar el grado de intensidad del daño en profundidad. No se modifica en lesiones superficiales, como la radioepidermitis aguda.
- la variación de la onda de pulso en un miembro presuntamente irradiado tiende a delimitar la zona con daño y pronostica la evolución del daño.
La inversión en la modificación de la amplitud y período durante los primeros tiempos de observación después del accidente orienta más hacia una reactividad vascular individual que hacia un daño radioinducido.
- La recuperación del período durante la asistencia es signo de pronóstico favorable.
La disminución de la amplitud de la onda es un indicador de injuria residual postirradiación.

CONTROLADOR PROPORCIONAL DE TEMPERATURA

NEETZEL, C.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.

Introducción

En el marco del análisis y evaluación del impacto en el medio ambiente de los efectos derivados del funcionamiento de plantas nucleares de potencia, resulta de considerable importancia el resultado de la sobre-elevación de temperatura en la biota correspondiente a las zonas de influencia de Atucha y Embalse.

El sistema de instrumentación que se presenta tiene por objeto simular condiciones ecológicas variables por control de la temperatura del agua de peceras de laboratorio entre 00,0° a 99,9°C con una estabilidad mejor que la décima de grado para temperaturas superior a la ambiente.

El principio de funcionamiento se basa en el control digital del ángulo de conducción de un "triac" en serie con un resistor calefactor inmerso en la masa líquida cuya temperatura se desea controlar.

Descripción circuital

En la figura 1 se detalla el diagrama en bloques del controlador proporcional que se describe.

El transductor utilizado es una termo-resistencia de platino, que permite obtener una tensión eléctrica directamente proporcional a la temperatura de la masa del agua.

El mismo se halla asociado a un puente de Wheatstone tal que su desbalance origina una tensión del orden de 20 mV a 100°C.

Un amplificador diferencial de muy baja deriva en temperatura y en tiempo provee la ganancia adecuada a la vez que ajuste de cero y un alto rechazo en modo común.

Mediante un ajuste adecuado de la ganancia de la etapa se normaliza la tensión de salida a fin de compatibilizar la temperatura prefijada con dicho valor.

La prefijación de temperatura se implementó en base a tres llaves decimales rotativas que permiten prefijar una tensión muy estable equivalente a una dada temperatura entre 00,0° y 99,9°C y dado que la prefijación es digital, se logra gran precisión y estabilidad.

Un amplificador operacional en conexión sumador permite obtener una tensión total, suma de las tres parciales propias de cada una de las llaves, previa adaptación de impedancias en cada rama.

Dicha tensión total, denominada de "referencia", se normaliza a su vez con la que entrega el amplificador del transductor a fin de tener valores iguales entre 0° y 99,9°C.

Entre dichos puntos se conectó un voltímetro que da idea al operador de la tensión diferencia a fin de estimar visualmente el punto de trabajo del equipo.

En condiciones iniciales el operador prefija una temperatura de control, superior a la ambiente, y el sistema permi-

te que por el resistor calefactor circule máxima corriente con lo cual comienza a elevarse la temperatura del agua. Cuando esta iguala a la prefijada, un comparador cambia de estado actuando sobre un circuito generador de rampa.

Este circuito consiste en la carga de un capacitor a corriente constante descargado sincrónicamente con la frecuencia de línea.

La carga del capacitor a corriente constante permite obtener una rampa de buena linealidad y su amplitud, fijada por el comparador, comandará el tiempo de corte de un triac en serie con el resistor calefactor.

El sincronismo con la frecuencia de línea tiene por objeto el disparo del triac para lograr su conducción durante una fracción de cada ciclo.

En estas condiciones se obtiene una acción de control digital sobre la conducción del triac, o sea sobre el resistor calefactor, función de la tensión diferencia entre el amplificador del transductor y la tensión de referencia prefijada.

Si la tensión de referencia es mayor que la de señal, el triac se encuentra en plena conducción con lo que es máxima la disipación de calor en el resistor calefactor.

Si la tensión de señal supera a la de referencia, temperatura del agua mayor que la prefijada, el triac se halla cortado y la masa líquida comienza a enfriarse hasta que la tensión error comienza a anularse.

Esta acción SI-NO se mantiene una vez lograda la condición de equilibrio.

Los efectos de los transitorios debidos a la conducción y corte del triac se solucionaron con el empleo de fuentes de alimentación adecuadas y filtro de línea.

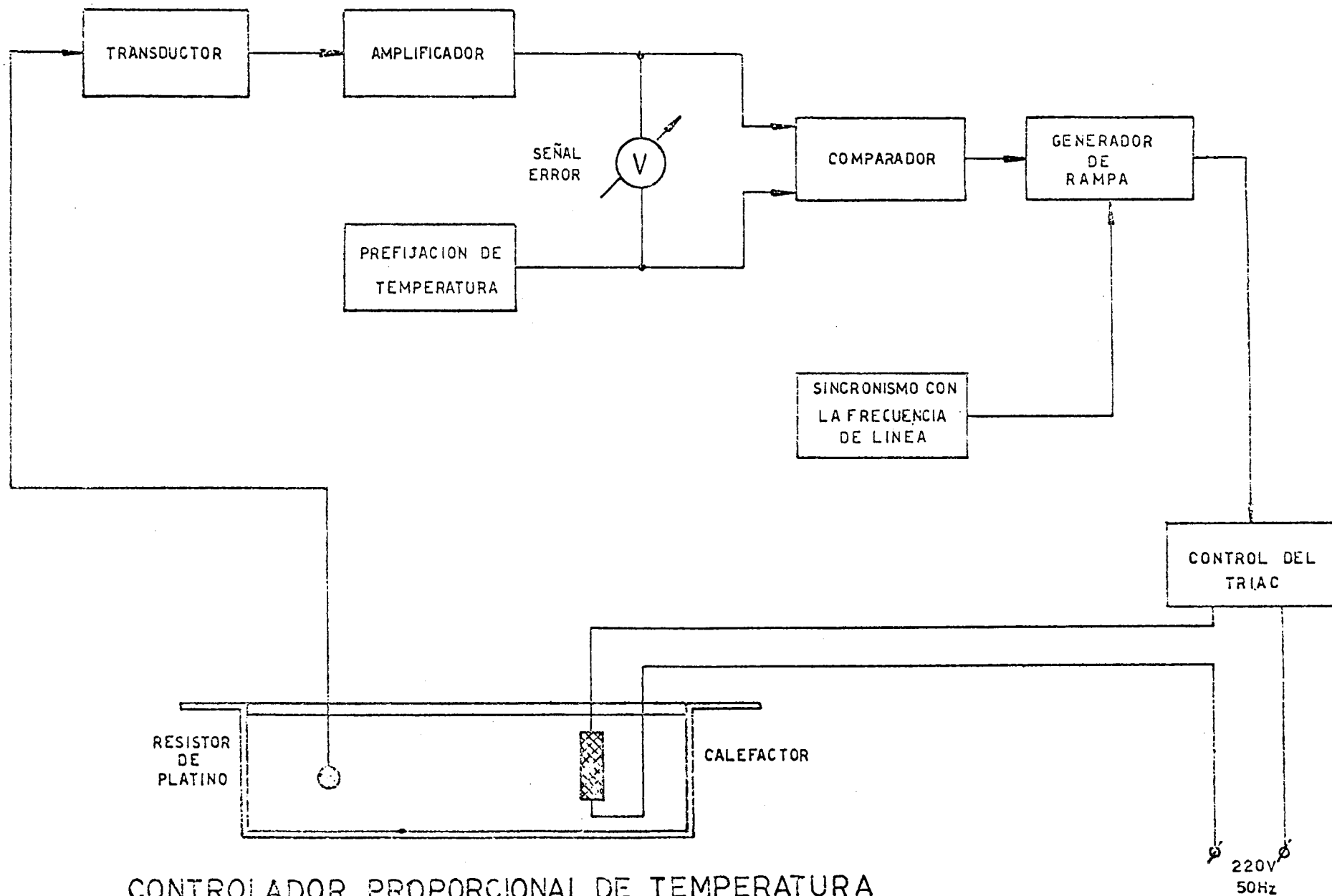
En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos en una pecera de laboratorio mediante registro gráfico de la acción de control.

Conclusiones

El controlador proporcional de temperatura se halla en funcionamiento en el Centro Atómico Ezeiza, Comisión Nacional de Energía Atómica, desde hace aproximadamente un año y sus resultados han sido ampliamente satisfactorios. El Prototipo se armó con circuitos integrados sobre una plaqueta impresa de 155 x 185 mm; en las etapas de Amplificador, Prefijación de Temperatura y comparador, se emplearon componentes de gran estabilidad térmica como ser resistencias de capa metálica con coeficientes de 10 p.p.m, fuentes de Alimentación estables a largo plazo con protección térmica y contra corto-circuito.

El triac en sí se protegió contra excursiones de di/dt con fusibles ultra-rápidos semiconductores ya que el mismo conmuta cargas de hasta 2 KW. Por adecuada selección de este componente, el controlador es fácilmente adaptable a otros regímenes de potencia conservando las mismas características de estabilidad.

El prototipo desarrollado va a ser industrializado por la empresa privada a fin de disponer en el mercado local de instrumentación electrónica asociada a la radioprotección y el monitoraje del medio ambiente.



CONTROLADOR PROPORCIONAL DE TEMPERATURA

REGISTRO DE ESTABILIDAD DE t.pref. Vs. tiempo.

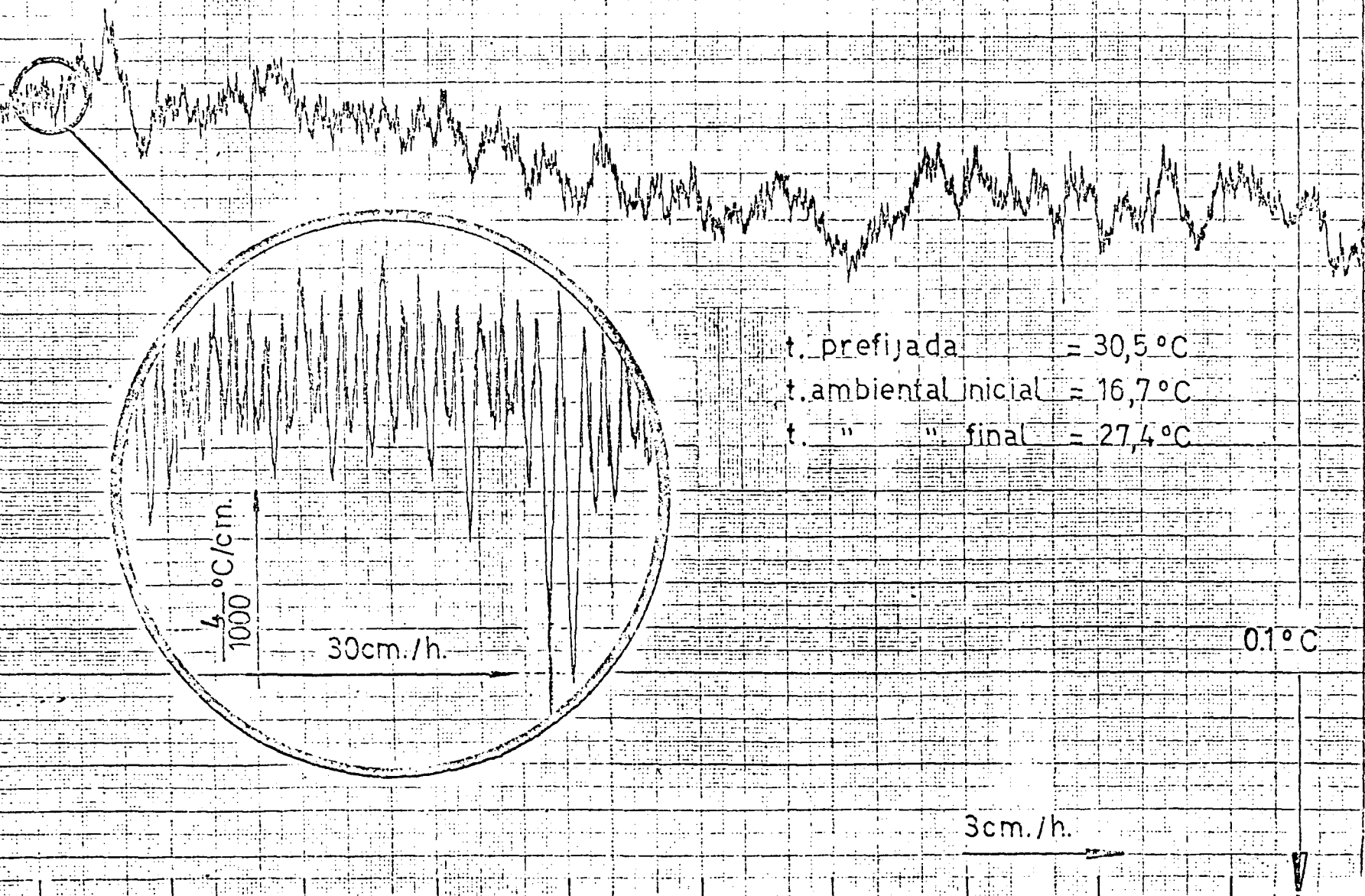


Figura 2

PARTICIPACION EN EL CURSO DE PROTECCION
RADIOLOGICA Y EN EL DE SEGURIDAD NUCLEAR

CHIOSSI, C.; OJEDA, R.; SAJAROFF, P.M.; SEGADO, R.

Se ha participado en los cursos dictados en la Gerencia dentro del programa de capacitación del personal.
Se han confeccionado así los siguientes apuntes de curso.

- "Principios de detección de la radiación: detectores inmediatos y semiconductores".
- "Elementos de instrumentación nuclear".
- "Estadística de mediciones".
- "Monitoraje personal y de áreas".
- "Instrumentación in-core y ex-core".

PARTICIPACION EN EL CURSO PARA MEDICOS
Y TECNICOS MINEROS

SAJAROFF, P.M.

Dentro del marco del programa de capacitación del personal se ha participado en un curso, dictado en la Delegación Salta, destinado a los médicos y técnicos mineros. El tema de competencia fue lo relacionado con la instrumentación necesaria y diversos métodos de monitoraje del radón y sus productos de decaimiento en minas de uranio, a saber:

1- Monitoraje del radón

- 1.1- Método de la cámara centelladora
- 1.2- Método de los dos filtros

2- Monitoraje de las hijas del radón

- 2.1- Método de Tsivoglou
- 2.2- Método de Thomas
- 2.3- Método de Kusnetz
- 2.4- Método de Kusnetz modificado
- 2.5- Método de Rolle
- 2.6- Método de Rolle modificado
- 2.7- Espectroscopía alfa
- 2.8- Método de Markov.

3- Medición de hijas del radón no-adheridas

4- Medición de emisores alfa de vida media larga.