

AUTOMATIZACION DE EXPERIENCIAS EN FISICA NUCLEAR

P A R T E I

Introducción a sistemas CAMAC

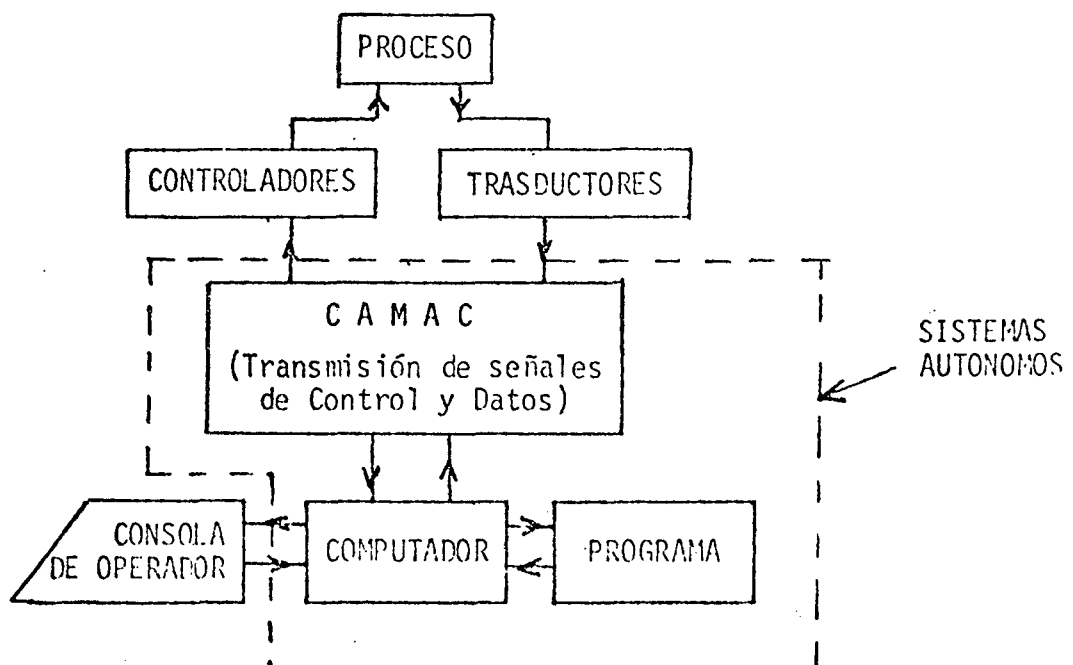
CAMAC: Computer Automated Modular for Adquisition and Control

El sistema CAMAC es un conjunto de normas internacionales que definen:

- a) dimensiones mecánicas
- b) reglas de conexión y de diálogo entre elementos de medición y computador
- c) características de las señales eléctricas en juego.

Por lo tanto permite el "interfaceo" normalizado entre cualquier computadora/s y los elementos del sistema de control en un proceso automatizado.

Existe una variedad de módulos tal (800 tipos) que es posible constituir sistemas de complejidad importante a menor costo que si se desarrollara todo a medida, con la ventaja de tener gran flexibilidad en su evolución y compatibilidad total.

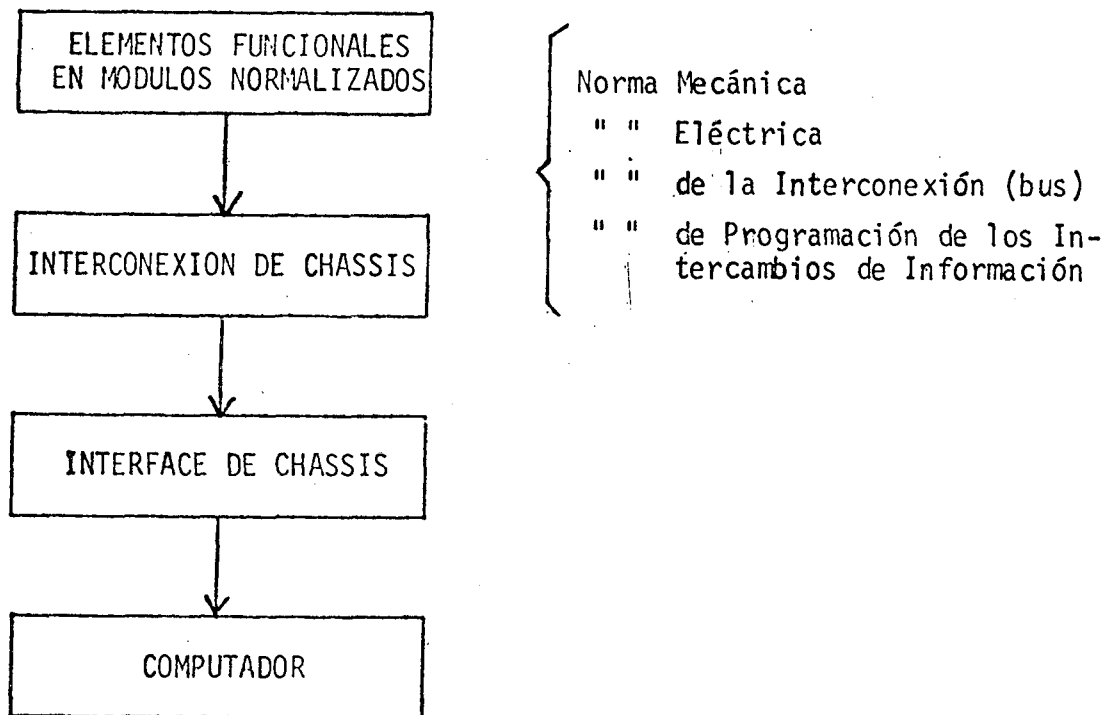


Principios básicos del sistema

Todo lo que se describirá está contenido fundamentalmente en tres normas CAMAC:

- SISTEMAS MONOCHASSIS → EUR 4100 d, e, f, i
- SISTEMAS MULTICHASSIS PARALELOS → EUR 4600 d, e, f, i
- SISTEMAS MULTICHASSIS SERIE → EUR 6100

editadas por el Comité ESONE (dependiente de la CEE y trabajando en cuestiones nucleares)

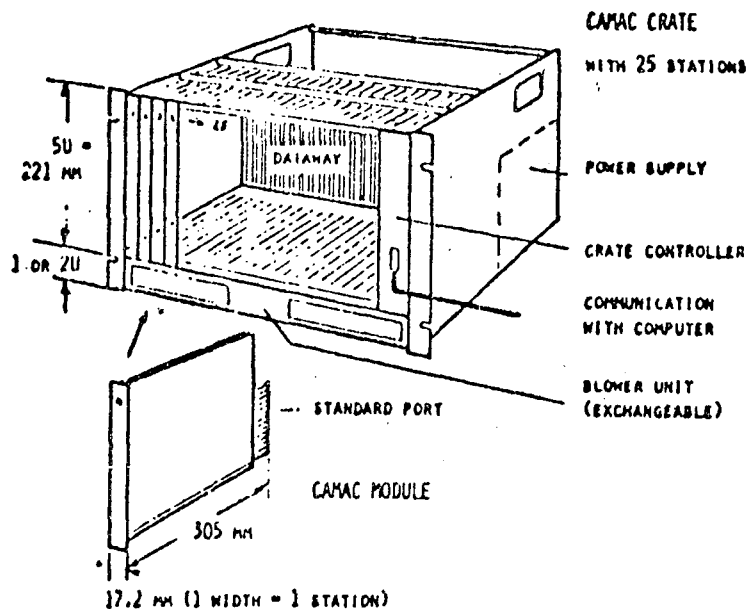


Características

- a) Sistema modular con chassis y módulos normalizados mecánica y eléctricamente.
- b) Existencia de una interconexión (BUS) en el chassis que permite la transmisión de datos, señales de comando y tensiones de alimentación.
- c) "Interfaceo" del conjunto chassis-módulos normalizados a un computador mediante el uso de un módulo dentro del chassis (llamado "controlador") que está construido, orientado o no, hacia el computador utilizado (depende del tamaño del sistema).
- d) Varios chassis pueden interconectarse entre sí y a su vez todo el sistema a un computador.
- e) Programación de los intercambios de datos y comandos entre el computador y los módulos.

Características mecánicas

- La estación "controlador" no está conectada a las líneas comunes de las estaciones "normales" y posee otras líneas privadas a ella, que van o vienen de las estaciones normales.
- Allí se coloca un módulo llamado "controlador de chasis" que supervisa las operaciones sobre la interconexión.



Descripción de la interconexión

Permite básicamente:

- a) Selección individual de un módulo (1 entre 25) por 1 barra de dirección N.
- a.2) Selección de una sección del módulo (1 entre 16 posibles) mediante 4 barras de subdirección A₁, A₂, A₄ y A₈.
- b) Realización dentro del módulo de una operación o función (1 entre 32 posibles) mediante 5 barras de función F₁, F₂, F₄, F₈, F₁₆, algunas de ellas (18 de las 32) son normalizadas y otras se dejan al arbitrio del fabricante (puede tratarse de: Lectura, Escritura, Control).
- c) Transferencia de datos de un módulo cualquiera hacia el controlador de chasis (operación de lectura) mediante 24 barras R y a la inversa mediante otras 24 llamadas W (escritura). Longitud de palabra: 24 bits.
- d) Recepción de la respuesta de un módulo a señales de test enviadas por el controlador mediante una barra Q (Respuesta). Aplicación: transferencia de bloques.
- e) Control de buen funcionamiento mediante la barra X (comando aceptado que es enviado también por el módulo).

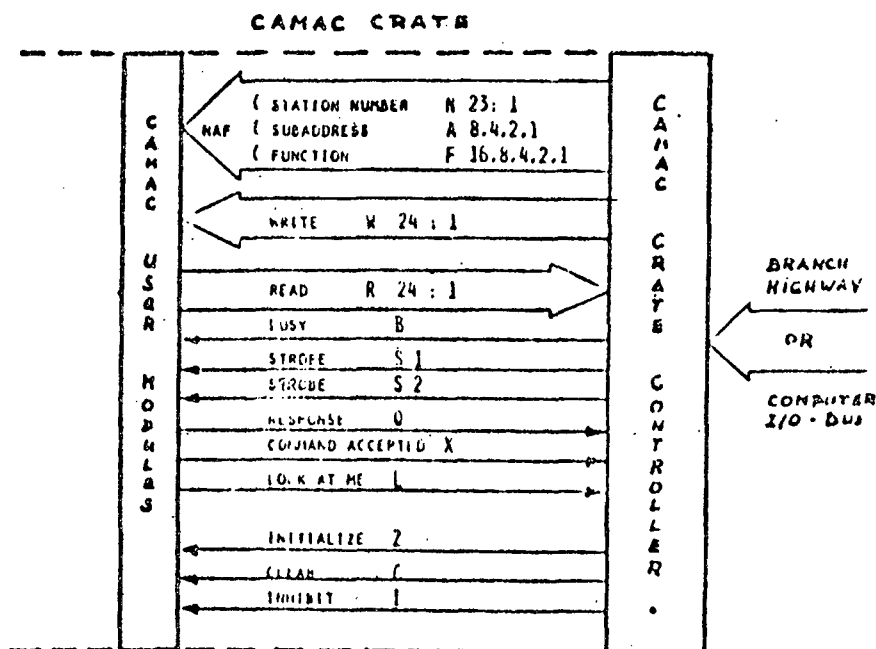
f) Envío por el controlador de chasis de:

- | | | |
|---------------------|---|-----------------------------|
| f.1) Inicialización | Z | } Comandos no direccionados |
| f.2) Puesta a cero | C | |
| f.3) Inhibición | I | |

Existen además dos señales S_1 y S_2 de muestreo que fijan los instantes de ejecución. S_1 es la señal de muestreo propiamente dicha y S_2 permite una operación posterior (p.ej. el borrado).

El ciclo mínimo especificado por las normas es de 1 μ seg.

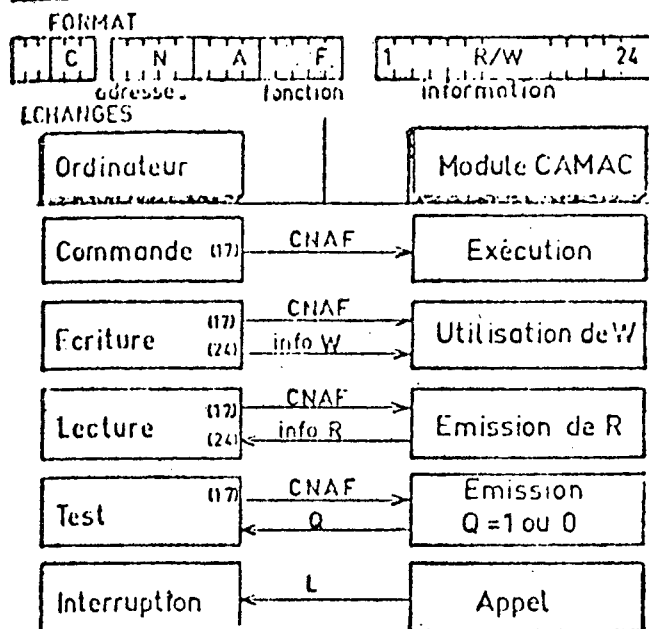
- g) Señal de ocupación B (Busy) indica a todos los módulos que se desarrolla un ciclo CAMAC o que un comando no direccionado (Z, C ó I) está presente.
- h) Señal individual de LAM (look at me) que indica que un módulo necesita atención por parte del controlador. Al atenderlo el controlador pasa la demanda a la computadora, lo cual puede efectivizarse en una interrupción o un DMA (acceso directo a memoria).
Esta "demanda de LAM" puede ser: testeada, enmascarada, borrada o autorizada mediante acción del controlador a través de una instrucción CAMAC standard.



Principios de programación CAMAC

Mediante CNAF llegamos a un cierto elemento "E" (registro, por ej.), dentro de un sector "A" de un módulo "N", dentro de un chasis "C".

PRINCIPE DE PROGRAMMATION CAMAC



Tipos de conexión CAMAC-Computador

La conexión entre los módulos de una instalación y el computador se hace a través de una sola interface CAMAC propia a este último.

Sus funciones son:

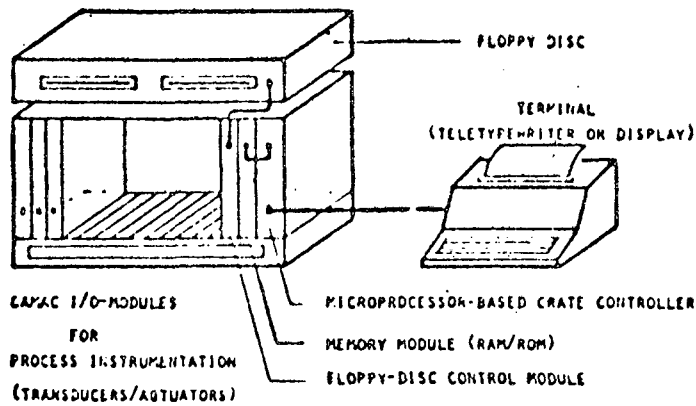
- adaptaciones de señales I/O (Input/Output) del computador a la interconexión CAMAC desde el punto de vista eléctrico y del formato.
- transmitir los LAM de los módulos a las líneas de interrupción del computador.

Existen varias posibilidades:

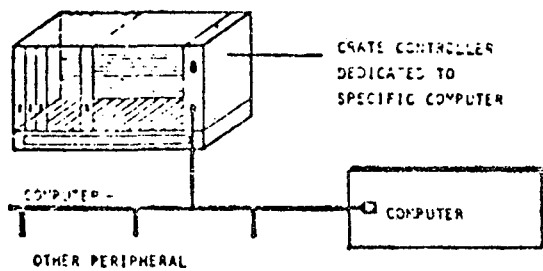
a) Sistemas monochassis

- En este caso la interface se encuentra dentro del controlador de chassis y éste se llama "controlador de chassis especializado".
- El microcomputador construido alrededor de un microprocesador tiene su BUS de I/O que admite a los módulos CAMAC como periféricos normalizados (es la interconexión CAMAC).

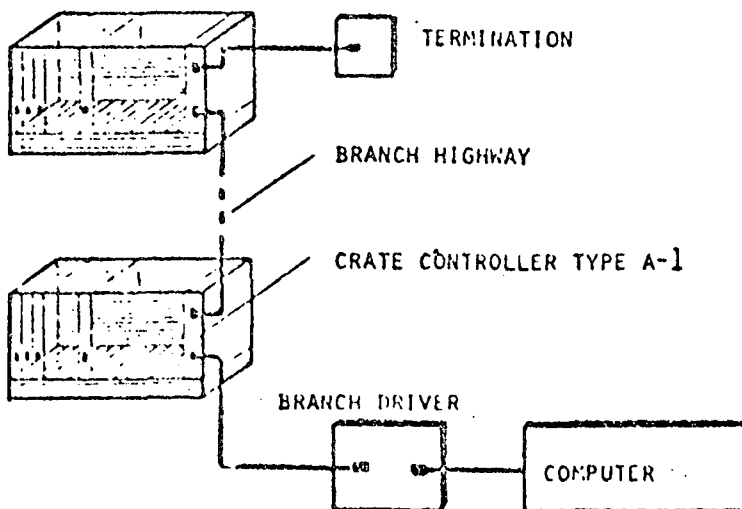
Un ejemplo de este tipo de sistemas sería una instalación de colec-



CAMAC STAND-ALONE SYSTEM
WITH MICROPROCESSOR-BASED CRATE CONTROLLER



SMALL, COMPACT CAMAC SYSTEM
WITH DEDICATED CRATE CONTROLLER



CAMAC BRANCH HIGHWAY SYSTEM
WITH STANDARD CRATE CONTROLLER TYPE A

ción de datos (Data Logging Systems) donde el controlador generaría secuencias CAMAC de lectura de un conjunto de módulos (escalímetros, ADC's, registros de entrada, etc); luego en otra secuencia CAMAC, escribiría estos datos en un periférico de almacenaje o presentación (TTY, floppy disk, registrador, etc); luego se podría, en base a algunos de estos resultados, modificar ciertos parámetros de los módulos (p.ej. preselección de un escalímetro, pendiente de conversión de un ADC, etc) y repetir otro ciclo.

A su vez este sistema monochassis basado en un microcomputador puede emplearse como terminal inteligente de un gran sistema multichassis con funciones de adquisición y preprocesamiento (sistemas de inteligencia distribuida).

b) Sistemas multichassis

b.1) Rama Paralelo (Parallel Branch), utiliza los controladores normalizados tipo A-1.
El Branch driver actúa de interface entre el sistema y el computador.

La Rama paralelo es:

- Rápida (tiempo de transferencia de una palabra de 24 bits: 1 μ seg).
- La más utilizada en física nuclear por el momento (sobre todo en sistemas de adquisición).
- Máximo 7 chassis y 250 mts.

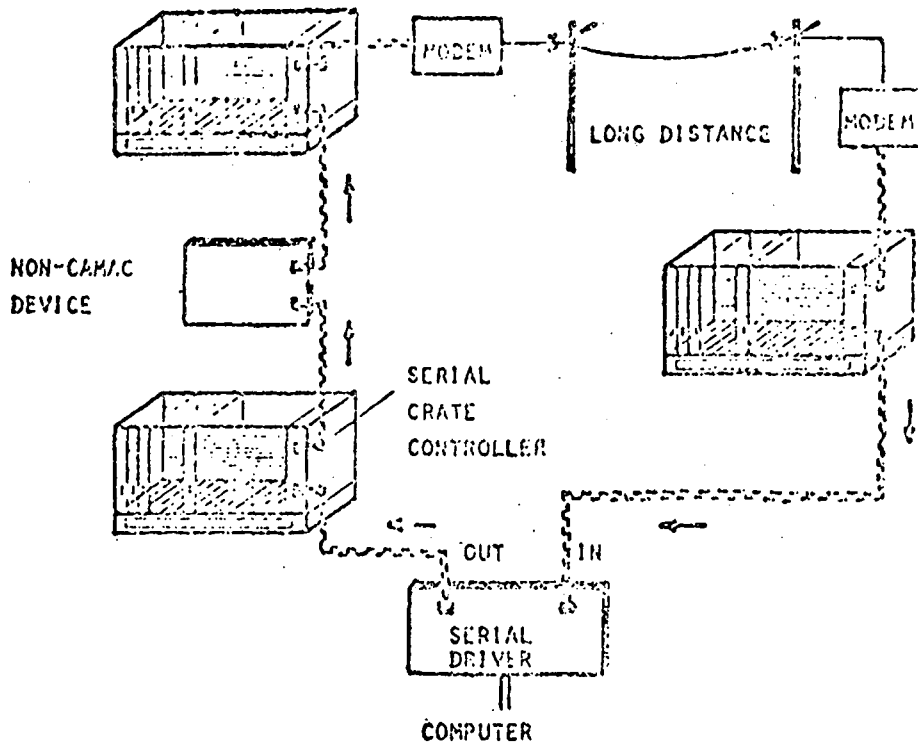
Es una extensión normalizada de la interconexión CAMAC. Físicamente es un cable con 66 pares trenzados (para evitar ruidos) con el mismo tipo de señales que la interconexión y un protocolo o "hand-shake" para independizarse de los retardos de transmisión.

b.2) Rama Serie (Serial Branch).

Es más apropiada cuando:

- Se trabaja con grandes distancias.
- Donde ambientes con mucho ruido eléctrico requieren un sistema de alta seguridad en la transmisión.
- Se trata de grandes sistemas con más de 7 chassis.
- Se trata de pequeños sistemas, pero se requiere gran simplicidad de interconexión al computador (p.ej. usando la puerta serie para TTY que posee el computador).

La transmisión serie puede hacerse bit a bit o byte a byte. La transferencia de 24 bits CAMAC se opera en 2,5 μ seg. Además pueden incluirse en el lazo dispositivos que no son CAMAC:



CAMAC SERIAL HIGHWAY SYSTEM

Su aplicación usual es en instalaciones industriales, grandes aceleradores, hospitales, etc.

Sistemas de Transferencia de Bloques e Inteligencia Distribuida

La performance de un sistema distribuido puede incrementarse mucho incorporando estos dos conceptos que pueden utilizarse incluso simultáneamente.

Block: El Serial Driver emite comandos y recibe respuestas cada vez (los comandos pueden ser lecturas/escrituras o simples órdenes) esperando entonces cada vez la llegada de la respuesta. Puede en cambio emitirse un tren (burst) de comandos y esperar una sola vez el "burst" de respuestas.

La ventaja es la ganancia de tiempo especialmente en sistemas con muchos chassis. Permite incluso que otros chassis generen "demandas" (LAM's) entre "burst".

La desventaja es que la corrección de errores se hace muy difícil en comparación al método simple. En estos casos para prever errores se transmite dos veces el "block". Por supuesto, el serial driver está provisto de buffers a este efecto.

Inteligencia Distribuida: Debido a la aparición de los microcomputadores puede disponerse de subestaciones inteligentes dentro del sistema. Pueden emplearse a diferentes niveles:

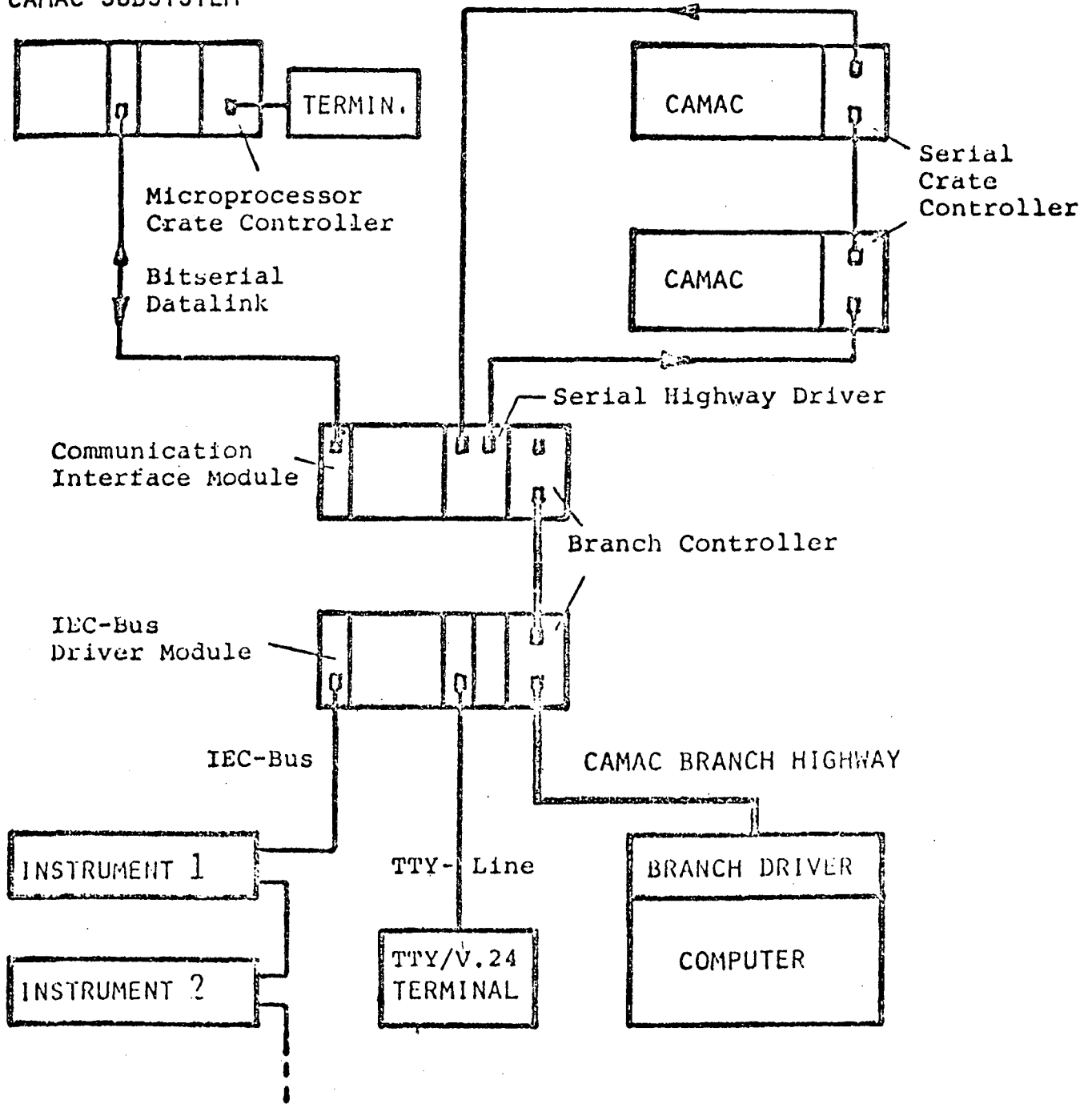
- 1.- Dentro de un módulo, para procesamiento, operación autónoma y reducción de datos.
- 2.- Dentro del controlador de chasis para control del proceso dentro del chasis (sistemas autónomos).
- 3.- Dentro del "System Driver" como procesador de I/O (front-end computer) entre el sistema y el computador principal.

Las ventajas de usar potencia de procesamiento localizados son:

- 1.- El preprocesamiento y reducción de datos hace que el computador se ocupe solo del proceso final y análisis.
- 2.- El uso de interrupciones locales hace ganar tiempo y velocidad de respuesta del sistema.
- 3.- Debido a 2) el tráfico de datos en las distintas ramas serie o paralelo es drásticamente reducido.
- 4.- Estos sistemas poseen un alto grado de autonomía, de forma que si una parte falla otras pueden trabajar y el conjunto funciona aunque con características degradadas (muy importante en las aplicaciones de control de máquinas aceleradoras).

AUTONOMOUS
CAMAC SUBSYSTEM

CAMAC SERIAL HIGHWAY



CAMAC SYSTEM CONFIGURATIONS

Usos actuales de los sistemas CAMAC

La mayor parte de utilizaciones se sitúa en laboratorios de investigación nuclear, pues las instalaciones son:

- complejas, usándose tanto técnicas industriales para control de las máquinas como de instrumentación fina para la adquisición.
- muy evolutivas respecto del computador como de los captores y accionadores.
- financiadas y realizadas por equipos internacionales donde la compatibilidad es imprescindible (ej.: CERN).
- susceptibles de un rápido y eficiente mantenimiento dado que el horario de acceso del área experimental es normalmente reducido.

Sin embargo hay aplicaciones fuera del campo nuclear, p. ej.:

- 1.- Atmósfera industrial: alta inmunidad al ruido, facilidad de expansión (aunque mayor costo inicial), facilidad de entrenamiento del personal de mantenimiento (modularidad, intercambiabilidad), múltiples fuentes de aprovisionamiento.
- 2.- Aplicaciones médicas: unidades de terapia intensiva (se utilizan módulos autónomos para supervisar presión sanguínea, pulsaciones, temperatura, frecuencia respiratoria); todos los chassis, uno por paciente, están ligados a una consola general de visualización.
- 3.- Uso en laboratorios: como método de "interfaceo" normalizado entre computadores y sistemas de medición y entre computadores entre sí.

Costo de algunos módulos CAMAC

CONTROLADOR AUTONOMO (incluido software):	U\$S 5.000.=
CHASSIS CAMAC	: 2.000.=
ESCALIMETRO CUADRUPLE	: 800.=

AUTOMATIZACION DE EXPERIENCIAS EN FISICA NUCLEAR

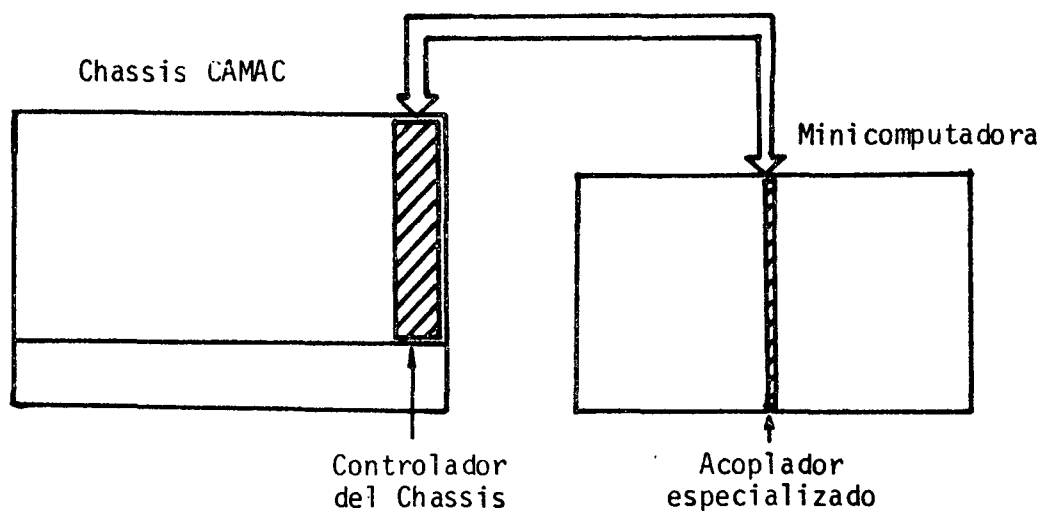
P A R T E I I

UTILIZACION DE UN CHASSIS CAMAC, ASOCIADO A UNA MINICOMPUTADORA

Introducción

La minicomputadora asegura, a través de un controlador del chassis, el intercambio de información con el sistema y por lo tanto el comando y control de módulos CAMAC o instrumental convencional con interfaces especializadas CAMAC. Se asegura así la supervisión del movimiento de servomotores, la lectura de posiciones, la lectura de eventos, el procesamiento de los datos, etc.

El esquema básico es el siguiente:



1.- CONTROLADOR DE CHASSIS CAMAC

La función del controlador del chassis es asegurar el funcionamiento del chassis con la minicomputadora, a nivel de intercambio de información. En este caso el controlador es el JCM8, para la minicomputadora Intertechnique Multi-8. El JCM8 es considerado como un periférico por la Multi-8 y el encadenamiento de las prioridades de las interrupciones es standard.

Composición básica del controlador

Para asegurar la información CAMAC en la interconexión del chassis, a partir de los datos transmitidos por la minicomputadora, el JCM8 consta de:

- Un registro (NAF), que guarda la palabra CAMAC, 16 bits.
- Un registro (R_W), 24 bits, para la palabra de escritura a transferir a un módulo N.
- Un registro (R_R), 24 bits, para la palabra de lectura, a transferir a la minicomputadora.
- Un registro de comando (MC), para órdenes especiales.
- Un registro de estado (ME), del controlador que es leído por la minicomputadora.
- Los circuitos de decodificación del octeto de control emitido por la minicomputadora para seleccionar el periférico y la función (f,p)
- Un registro que controle la serie de octetos, emitidos por ó para la minicomputadora, que relacionan los datos con los registros R_W , R_R , NAF.
- Un sistema de sincronismo con las señales de entrada-salida de la minicomputadora.
- Un sistema de tratamiento de llamadas de los módulos (ΣL).
- Un sub-sistema para el funcionamiento en el modo E/S simultáneas.
- Un sub-sistema que controle el inicio de los comandos CAMAC en el bus de la interconexión del chassis.

En este sistema simple, no se utilizan en el sistema CAMAC el multi-direccionamiento ni las posibilidades de transferencia por bloques.

En el diálogo con la minicomputadora se desecha el uso de transferencias simultáneas.

2.- ORGANIZACION DE LOS INTERCAMBIOS DE INFORMACION

La explotación del Sistema CAMAC, con estos dos módulos, el acoplador

de la minicomputadora y el controlador del chassis, es solamente realizable bajo la ejecución, evidentemente, de un programa especializado en la minicomputadora, y por medio de las instrucciones de E/S siguientes:

IBA, IBB, IBM, OBA, OBB, OBM.

La ejecución de cualquiera de estas instrucciones comprende sistemáticamente dos fases:

- 1.- Una fase preparatoria durante la cual el periférico seleccionado (1 sobre 32 posibles) recibe codificada la función (1 sobre 8) a efectuar.
- 2.- Una fase de transferencia, durante la cual se efectúa, ya sea como entrada o como salida, la transferencia de un dato (un octeto). El sentido de este dato depende de la función transmitida precedentemente (Fig. 2).

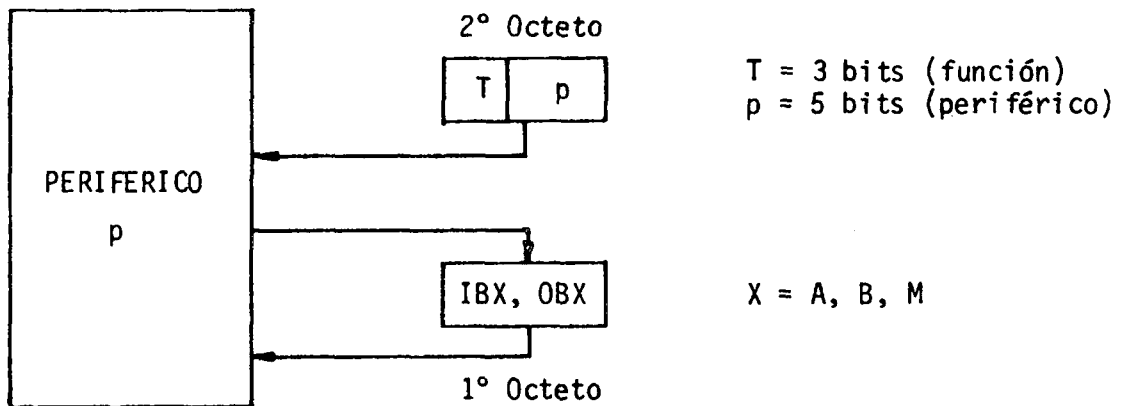


Fig. 2

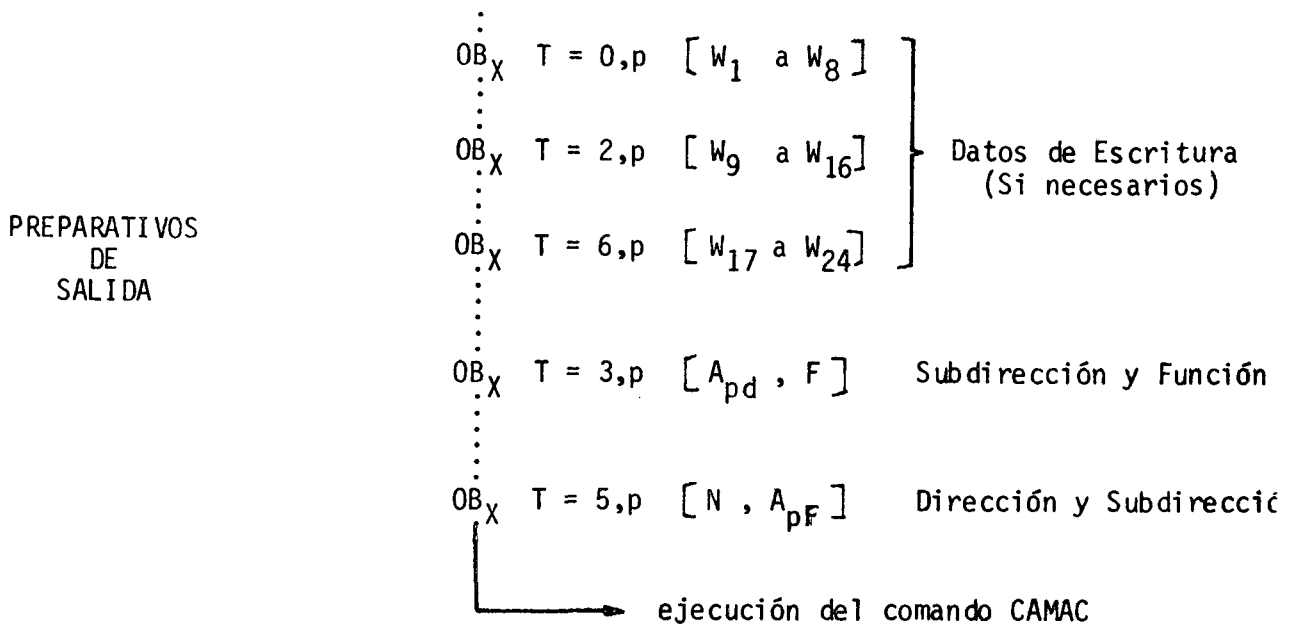
Toda la información a intercambiar con el sistema CAMAC debe estar agrupada en octetos (organización de la memoria de la minicomputadora) a pesar que CAMAC trabaja en 24 bits.

Entonces según el valor de T y si se trata de una entrada o salida de datos, obtenemos la siguiente Tabla:

2.1 Programación de los comandos para sistema CAMAC

La ejecución de un comando CAMAC no se realiza mientras todas las informaciones necesarias no estén presentes en el módulo controlador. Son principalmente la información de los direccionamientos N y A de la función F y en caso necesario los datos de escritura W.

No es necesario definir una secuencia rígida de la secuencia en que se envían esas informaciones al controlador. Si es obligatorio, por construcción del controlador, dar como última construcción la de los direccionamientos, que lanzan o que produce la ejecución del comando CAMAC.



X = A, B, M
pd = pesos débiles
pF = peso fuerte

La ejecución de un comando CAMAC es lo suficientemente rápida, que no es necesario esperar antes de disponer de las respuestas X y Q y si necesario de los datos de lectura R. Estas informaciones permanecen estables y son accesibles parcialmente o totalmente en todo momento. Se puede obtener dicha información de la siguiente manera:

Preparativos de entrada	IB _X	T = 7, p [X, Q, etc...]	Cuenta rendida de ejecución
PROCESAMIENTO Y EXPLOTACION DE DATOS	IB _X	T = 0, p [R ₁ a R ₈]	} Datos de Lectura
	IB _X	T = 2, p [R ₉ a R ₁₆]	
	IB _X	T = 6, p [R ₁₇ a R ₂₄]	
	X = A, B, M		

2.2 Lectura de Configuración de Llamadas

La lectura de las llamadas es realizable en cualquier momento parcialmente o en su totalidad.

Un ejemplo:

```

graph TD
    A[Preparativos] --> B[PROCESAMIENTO Y EXPLOTACION DE DATOS]
    B --> C["IB_X T = 1,p [ L_1 a L_8 ]"]
    B --> D["IB_X T = 3,p [ L_9 a L_16 ]"]
    B --> E["IB_X T = 5,p [ L_17 a L_23 ]"]
    C --> F[Configuración de Llamadas]
    D --> F
    E --> F
  
```

2.3 Interpretación de la palabra de ESTADO

IB_X T = 7, p

X = A, B, M



Fig. 5

Además de las indicaciones Q y X siempre presentes y actualizadas en cada ejecución de comando, la palabra de estado da otras 2 informaciones:

- Un bit $\sum AP$ indica la presencia de al menos una llamada L_j , del chasis CAMAC.

- Un bit "ON", indica que está en servicio la instalación CAMAC.

2.4 Comandos no direccionados e interrupciones

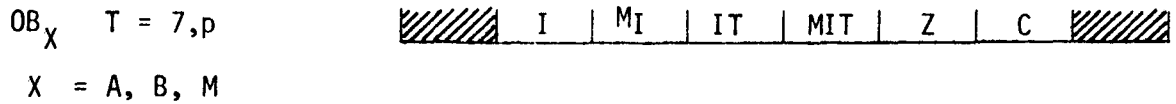


Fig. 6

La gestión de los comandos CAMAC no direccionados a saber:

Z = inicialización

C = puesta a cero

I = inhibición

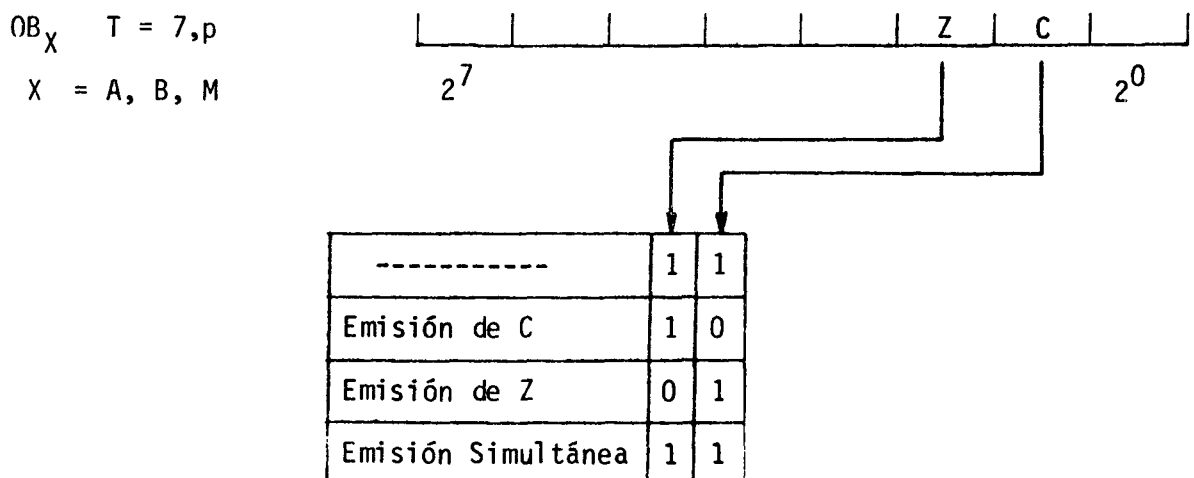
Comandos NO direccionados

y los de interrupción, se efectua por el octeto de salida de la minicomputadora de la Fig. 6.

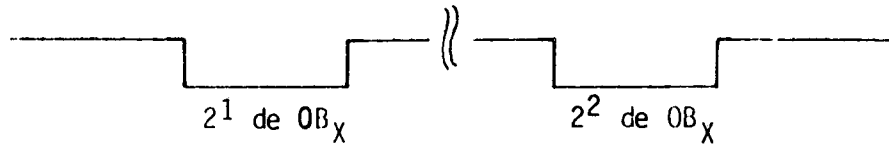
2.4.1 Control de Comandos Z y C

Las acciones de inicialización y puesta a cero en el sistema CAMAC, son efectuadas a través de la interconexión standard; y se producen en el momento de aparición de la señal de muestreo S2.

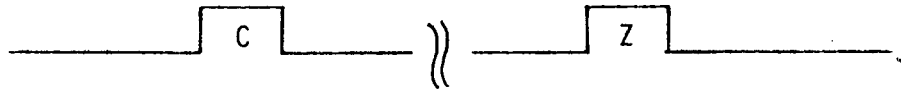
La orden es dada al controlador del chasis cuando el octeto de salida de la minicomputadora es programado como sigue:



T = 7,p



Comando no
direccionado



S₂

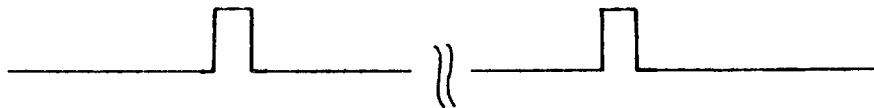


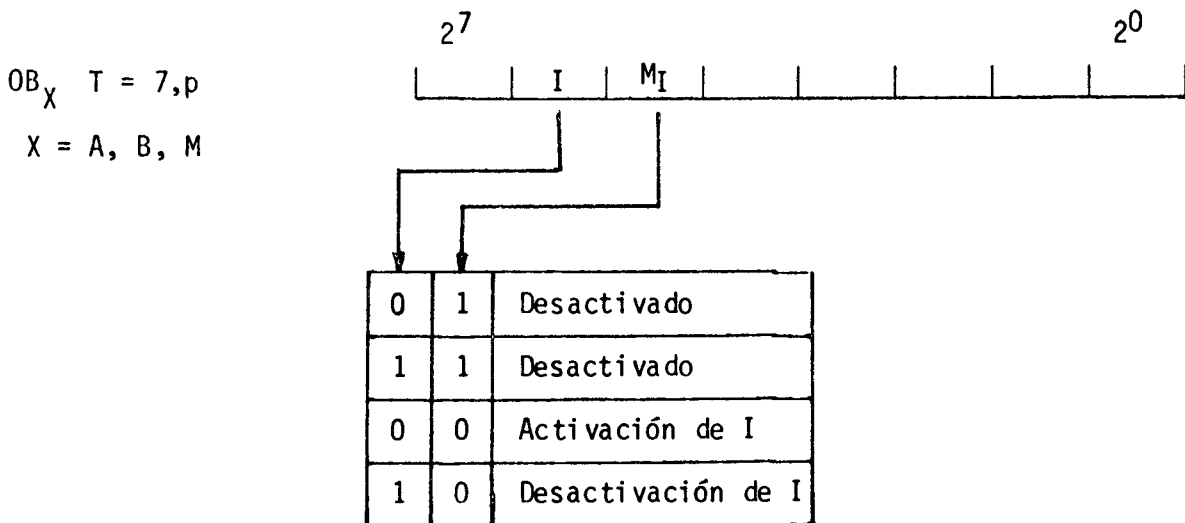
Fig. 7

2.4.2 Control del comando I

El comando de inhibición I actúa en los módulos CAMAC desde el momento en que es "armado". Su acción dura el tiempo que determine el usuario.

La explotación de este comando supone la codificación de dos bits.

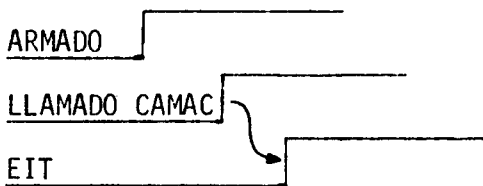
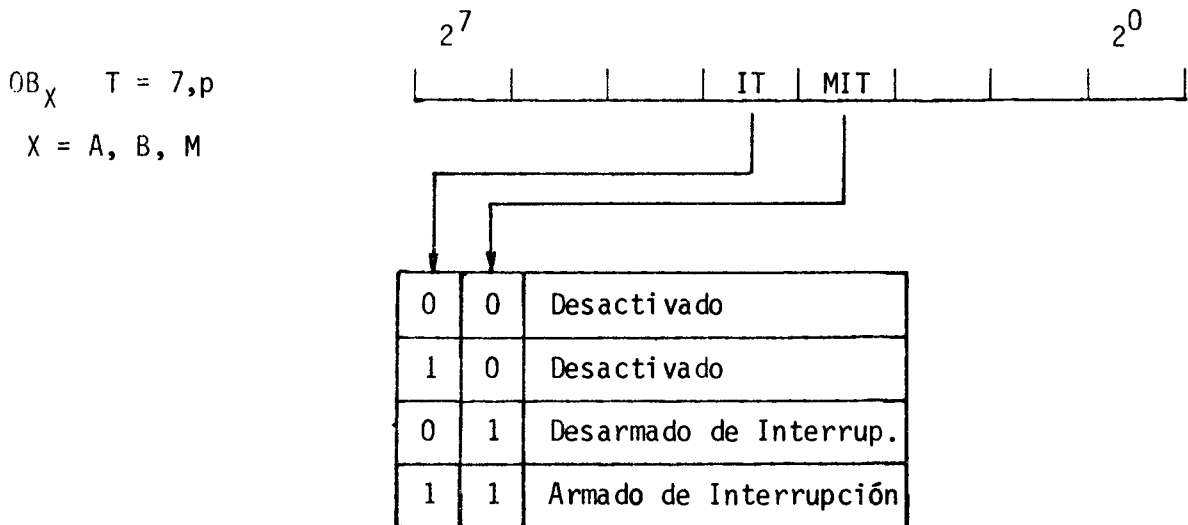
El M_I es el que "arma" el sistema:



NOTA: Conforme a las prescripciones de la norma CAMAC toda acción de inicialización Z "arma" el comando I.

2.4.3 Gestión de interrupciones

La gestión de las interrupciones se efectúa también con dos "bits". En caso de "armado" todo llamado CAMAC produce la emisión de una interrupción.



La señal EIT, emisión de interrupción, es emitida después de la llamada CAMAC y la minicomputadora reacciona con un procedimiento de identificación del periférico, con un programa adecuado.

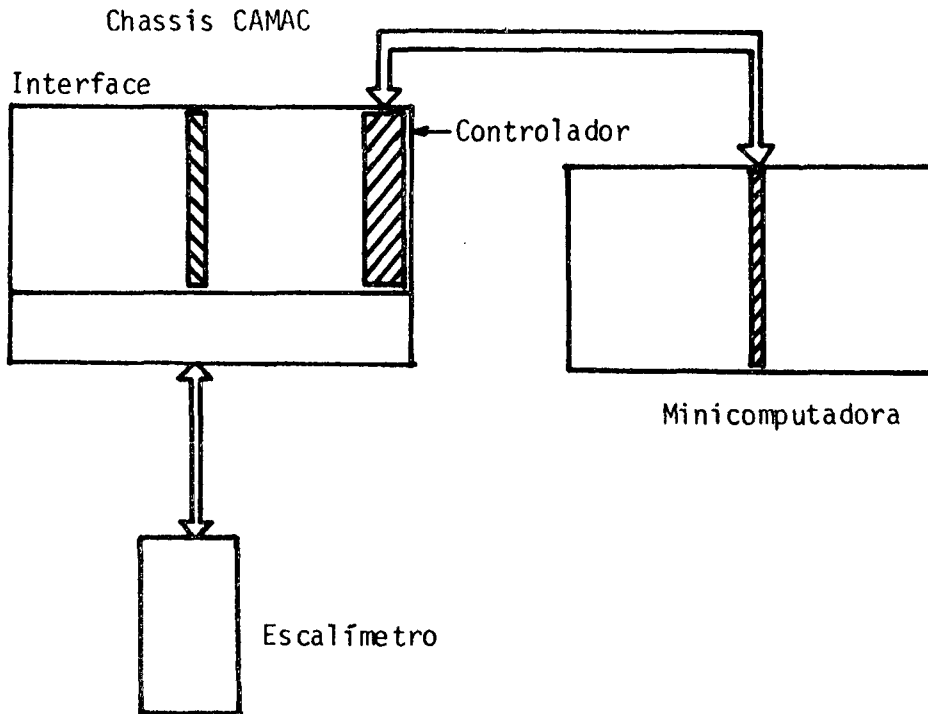
La Multi-4 atiende el pedido de interrupción y maskea todas las otras interrupciones de prioridad inferior.

2.5

La inicialización general se efectúa accionando una llave "INI" en la minicomputadora. Se produce la inicialización Z, la puesta a cero C, se activa la inhibición I y las interrupciones son desarmadas.

3.- CONTROL DE UN ESCALIMETRO INTERFACEADO A CHASSIS CAMAC

3.1 El sistema básico es el siguiente:



Para este escalímetro en particular M6DI-11, existen dos modos de funcionamiento:

- LIBRE: el escalímetro obedece esencialmente a 2 órdenes CAMAC: una de puesta en marcha que comienza el conteo y la otra de parada que pone fin a éste.
- MODO TIEMPO PREFIJADO: la duración del conteo es determinada por cronometría interna programable. El ritmo puede ser fijado interior o exteriormente.

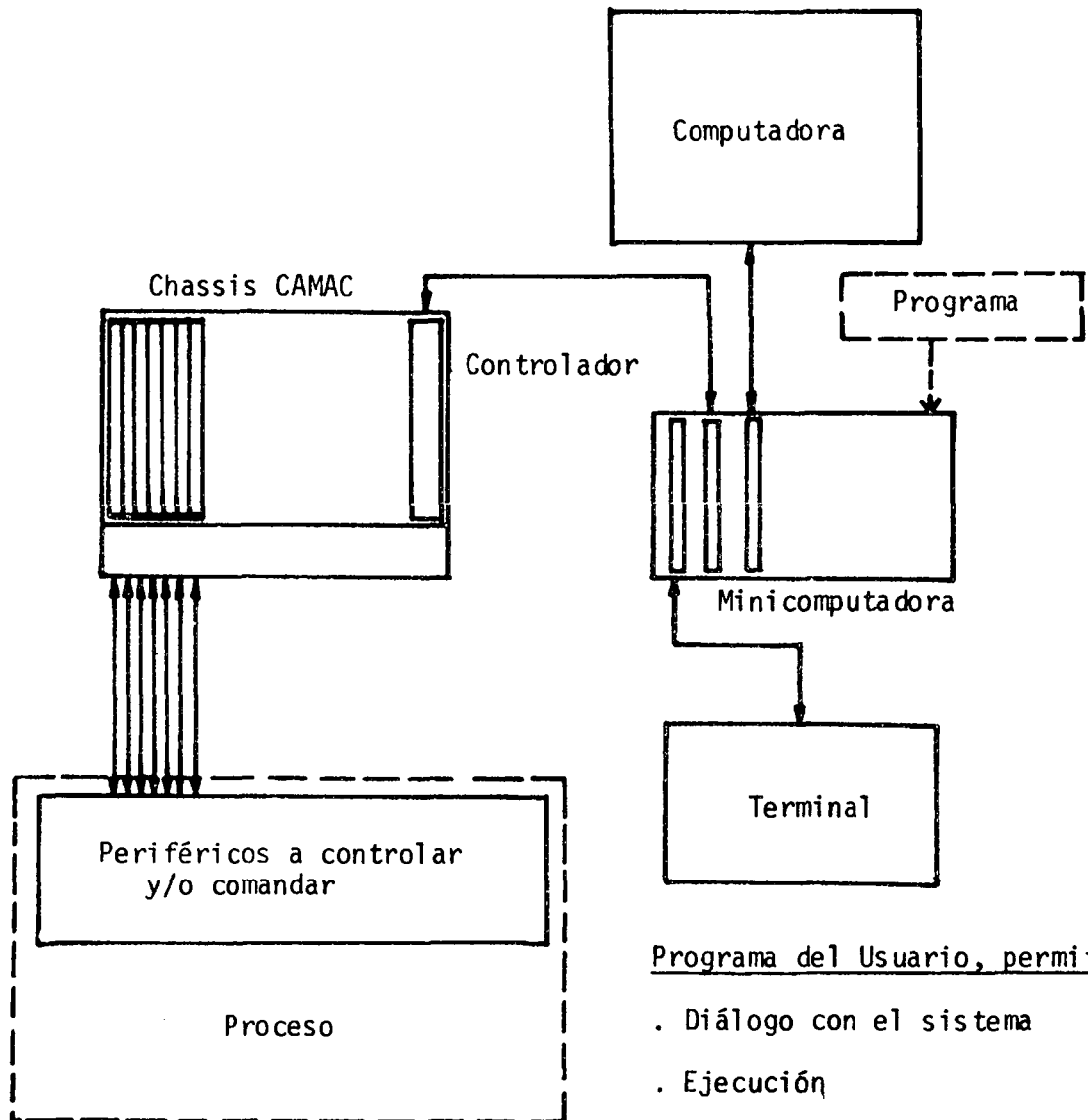
3.2 Los diferentes comandos CAMAC para controlar el escalímetro son los siguientes:

A C C I O N	CND*	F	A	O B S E R V A C I O N E S
Inicialización	Z	-	-	. Pone en cero el contenido . Selecciona el modo libre . Enmascara las llamadas
Puesta a cero del contenido	C	-	-	Borra la indicación de desborde del contenido
Inhibición de funcionamiento	I	-	-	Inhibe temporariamente en forma prioritaria el conteo y el reloj.
Parada del conteo.	-	24	0	Para igualmente el reloj.
Escalímetro en funcionamiento	-	26	0	El conteo comienza según la forma adoptada de funcionamiento.
Modo tiempo prefijado	-	26	1	Selecciona el modo prefijado.
Modo libre	-	24	1	Selecciona el modo libre.
Prueba de la llamada emitida por el módulo	-	8	0	Una llamada es emitida cuando aparece desborde en el contenido o cuando termina el tiempo prefijado. Esta llamada puede ser enmascarada; Q es siempre negativo.
Prueba del desborde del escalímetro	-	27	0	Produce una llamada. Hay respuesta en Q.
Prueba de fin de tiempo prefijado	-	27	1	Produce una llamada. Hay respuesta en Q.
Borrado del indicador de desborde.	-	10	0	No hay indicación de desborde sin una puesta a cero previa.
Borrado del indicador del fin de tiempo prefijado	-	10	1	No hay indicación de fin de tiempo sin un nuevo inicio de conteo.
Enmascaramiento de llamada	-	24	2	Se inhibe las llamadas del módulo.

Desenmascaramien to de llamadas	-	26	2	Una llamada puede ser inmediatamente emitida.																
R.A.Z. escalíme tro.	-	9	0	Borra la indicación de desborde a nivel del es- calímetro.																
Lectura del con tenido	-	0	0	Transfiere los datos sobre las líneas de lectu- ra R_i																
Lectura y R.A.Z. del contenido	-	2	0	Transfiere datos y borra el desborde.																
Carga de una consigna	-	16	0	Un registro es cargado a un valor que determina un número de intervalos, para próximos contajes. Codificado en binario, es transferido por las líneas W_i .																
Verificación del control de tiem- po.	-	0	1	Un conmutador de 3 posiciones selecciona el rit- mo del reloj. Su posición codificada es contro- lable por lectura sobre R_i , las indicaciones si- guientes: <table border="1"><tr><td>Posición</td><td>R_8</td><td>R_7</td><td>R_6</td></tr><tr><td>H_1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>H_2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>H_{ext}</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	Posición	R_8	R_7	R_6	H_1	0	0	1	H_2	0	1	0	H_{ext}	1	0	0
Posición	R_8	R_7	R_6																	
H_1	0	0	1																	
H_2	0	1	0																	
H_{ext}	1	0	0																	

* CND : Comando No Direcccionado

ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA



Programa del Usuario, permite:

- . Diálogo con el sistema
- . Ejecución
- . Vaciamiento de datos, si es necesario en una computador u otro periférico

- . Motores paso a paso
- . Lectores de posición
- . Escalímetros
- . Multicanal

El programa utilitario, ejecutado por la minicomputadora, permite que un operador entrenado, maneje el sistema, de la manera siguiente: una primera etapa en que el operador "dialoga" con el sistema, dándole las consignas necesarias y tomando información de él, para que en la etapa posterior de "ejecución" la experiencia marche autónomamente, hasta que se cumplan todas las operaciones demandadas.

B I B L I O G R A F I A

- . Introducing CAMAC. Hahn-Meitner-Institut, HMI B 238, por H.Klessmann.
- . CAMAC Systeme Modulaire pour l' Instrumentation et les Interfaces dans les Installations Automatisees par Ordinateur. CEA Saclay, SES/SEG R-76-76/PG/NF, por P.Gallice.
- . Norma EUR 4100 d,e,f,i (Chassis CAMAC), editada por el Comité ESONE (CCE).
- . Norma EUR 4600 d,e,f,i (Sistemas Multichassis Rama Paralelo), editada por el Comité ESONE (CCE).
- . MACAMAC Controller Manual type 1521A; Borer Electronics AG.
- . Anexo técnico. Nota N° SES.SERF. 75 350 CC, Saclay.
- . Nota SES.ESG.EG.R 3.222; Controleur de Chassis CAMAC JCM8; G.Robin, Saclay.