

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1971

02.71.04

CAR/1971/20

NYRTOF - PROGRAMA PARA ACUMULACION Y REDUCCION DE DATOS
EN MEDICIONES DE ESPECTROS DE NEUTRONES POR EL METODO
DE TIEMPO DE VUELO - OPCION 'OFF - LINE'

H.M.Antunez⁺, J.P.Girardi, E.Vila Echagüe⁺⁺ y J.E.Volkis

Informe redactado por:

J.E. Volkis

Centro Atómico Bariloche
Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro"
Comisión Nacional de Energía Atómica
Universidad Nacional de Cuyo
Bariloche-Argentina

⁺ Ejército Argentino

⁺⁺ IBM Argentina

Noviembre 1971
Bariloche - Argentina

I N D I C E

1.	INTRODUCCION.....	Pág.	1
2.	OPERACIONES QUE REALIZA.....	"	2
2.1	Corrección por tiempo muerto del analizador de tiempo de vuelo.....	"	2
2.1.a	RIDL	"	2
2.1.b	LABEN TV 60	"	4
2.2	Corrección por tiempo muerto de la electrónica preceden- te al analizador.....	"	6
2.3	Corrección por pérdida de cuentas en los monitores.....	"	6
2.4	Corrección por fondo	"	7
2.5	Cálculo y correcciones del tiempo de vuelo.....	"	11
2.5.a	RIDL	"	11
2.5.b	LABEN TV 60	"	12
2.5.1	Corrección del tiempo de vuelo por tiempo medio de emisión y tiempo medio de captura	"	13
2.6	Cálculo de la energía.....	"	13
2.7	Sensibilidad del espectrómetro	"	14
2.8	Cálculo del flujo neutrónico por unidad de energía	"	14
2.9	Agrupamiento de canales.....	"	15
3.	DESCRIPCION DEL PROGRAMA	"	17
3.1	Fase NYRTOFPO	"	17
3.2	Fase NYRTOFP3	"	18
3.3	Descripción de las subrutinas.....	"	19
3.3.1	Subrutina LETAB	"	19
3.3.2	Subrutina TABRD	"	19
3.3.3	Subrutina TIER	"	20
3.3.4	Función TERP	"	20
3.3.5	Subrutina DESN	"	20
3.3.6	Subrutina UNIF	"	20
3.3.7	Subrutina WRDIS	"	20
3.3.8	Subrutina WRDISI	"	20
3.3.9	Subrutina PAD !.....	"	21
3.3.10	Subrutina HEAD	"	21
3.3.11	Función CORM	"	21
3.3.12	Función AVMON	"	21

3.3.13	Subrutina CORIDL	Pág.	21
3.3.14	Subrutina RTNI	21	
3.3.15	Subrutina FCT	22	
3.3.16	Subrutina COPRC	22	
3.3.17	Subrutina OPKROP	22	
3.3.18	Subrutina EXFIT	22	
3.3.19	Subrutina PLOT	23	
4.	ENTRADA DE NYRTOF	24	
4.1	Entrada por tarjeta	24	
4.2	Entrada por consola	30	
5.	DESCRIPCION DE LA SALIDA	30	
5.1	Salida impresa	30	
5.2	Salida perforada	32	
5.3	Salida en disco	32	
6.	PROCESAMIENTO DE DOS CORRIDAS PRINCIPALES	32	
	REFERENCIAS	33	
	APENDICE	34	
A.	Descripción de los conjuntos de datos en disco	34	
A.1	UDSDAT	34	
A.2	UDSSIG	35	
A.3	UDSTAB	35	
B.	Unidades simbólicas y su asignación	36	
C.		36	
D.	Listado del programa	37	
E.	Problema ejemplo	38	

+++++

1 - INTRODUCCION

NYRTOF es un programa en lenguaje FORTRAN IV, que tiene por objeto realizar la acumulación y reducción de datos en las experiencias de tiempo de vuelo de neutrones, utilizando la computadora IBM/360 Modelo 44 del C.A.B., cuya capacidad de memoria rápida es de 32.000 palabras de 4 bytes.

Las experiencias de tiempo de vuelo tienen por finalidad la determinación del flujo angular⁽¹⁾ en función de la energía del campo neutrónico existente en un medio en estudio, a través de la medición del tiempo que tardan los neutrones, de un haz colimado extraído de dicho medio, en recorrer una distancia fija.

En el presente caso, la fuente de neutrones es un blanco, de un material pesado tal como uranio o tungsteno, bombardeado en forma pulsada por electrones de alta energía producidos por un acelerador lineal (LINAC). Los electrones, al incidir en el blanco, generan radiación de frenamiento (bremsstrahlung), la que a su vez produce fotoneutrones en aquél, con un espectro similar al de fisión. La emisión de neutrones es simultánea con dicha radiación y proporcional a la intensidad de la misma. El pulso que ésta genera en un detector de radiación gamma, denominado 'gamma flash', es utilizado como referencia para la determinación del origen del tiempo de vuelo.

El barrido del analizador de tiempo de vuelo es disparado por el 'gamma flash' o por un pulso sincronizado con el disparo del acelerador lineal. El tiempo de llegada de cada neutrón, referido al instante de iniciación del barrido, es registrado por el analizador. Dicho tiempo se corrige por: 1) diferencia de tiempo entre la iniciación del barrido y el 'gamma flash'; 2) tiempo medio de emisión, que es el tiempo promedio que tarda un neutrón desde su nacimiento en el blanco, con energía E_n , hasta alcanzar el punto de iniciación del camino de vuelo con energía E'_n ; (este tiempo comprende procesos tales como: multiplicación, moderación y difusión); 3) tiempo medio de captura en el detector.

El LINAC se pulsa en forma repetitiva, hasta obtener un número de cuentas en cada canal del analizador con la precisión estadística deseada. El total de cuentas por canal así obtenidas, se corrige por: 1) tiempos muertos del analizador y de la electrónica asociada; 2) distintas componentes de fondo; 3) transmisión del tubo de vuelo; 4) eficiencia del detector.

La corrección por fondo se realiza a través de mediciones adicionales, utilizando una adecuada combinación de filtros y detectores.

NYRTOF se encuentra dividido en cuatro fases. Dos de ellas son utilizadas en su opción "off-line" y se describen en el presente informe, siendo las dos restantes empleadas en el proceso de acumulación "on-line" de datos.

En el desarrollo del proceso de reducción de datos se utilizó como guía el código HECTO⁽²⁾.

2. OPERACIONES QUE REALIZA

2.1 Corrección por tiempo muerto del analizador de tiempo de vuelo.

Los analizadores contemplados en NYRTOF son:

- a) RIDL Model 34-12B 400 canales.
- b) LABEN Mod. TV 60. 4096 canales.

2.1.a) El multicanal RIDL, trabajando como analizador de tiempo de vuelo, tiene, en lo que a tiempo muerto se refiere, el siguiente comportamiento. Durante los W_1 microsegundos al comienzo de cada canal I , almacena en la memoria las cuentas del canal $I-1$, aceptando como máximo durante este intervalo una cuenta, que asignará luego al canal I .

Si $\underline{a}$ es el valor medio del número de eventos de un cierto tipo por unidad de tiempo, la probabilidad de que en un intervalo $\underline{t}$ se observen $\underline{n}$ eventos, suponiendo una distribución de Poisson, está dada por⁽³⁾:

$$P_n(t) = \frac{(at)^n}{n!} e^{-at} \quad (2.1.1)$$

El uso de la distribución de Poisson estará justificado para velocidades de conteo tales que la probabilidad de ocurrencia de una cuenta por pulso del LINAC en el canal I sea pequeña.

Llamemos $N(I)$ al número de cuentas registradas en el canal I durante LN pulsos del LINAC y $S(I)$ al número de cuentas que hubieran sido registradas para el mismo número de pulsos LN si no fuera aceptada ninguna cuenta durante $W1$, o sea las registradas durante el intervalo $(WMIC-W1)$, donde $WMIC$ es el ancho de canal. Luego

$$\frac{N(I)}{LN} = \frac{S(I)}{LN} + P(I) \quad (2.1.2)$$

donde $P(I)$ es el valor medio del número de cuentas recibidas por pulso del LINAC durante el intervalo $W1$ y por lo tanto la probabilidad de que ocurran 1 ó más cuentas durante dicho intervalo. Luego, $P(I) = 1 - P_0(I)$, donde $P_0(I)$ es la probabilidad de que no ocurra ninguna cuenta en el intervalo considerado.

De (2.1.1)

$$P_0(I) = e^{-a(I)W1}$$

siendo

$$a(I) = \frac{S(I)}{LN (WMIC-W1)}$$

De (2.1.2)

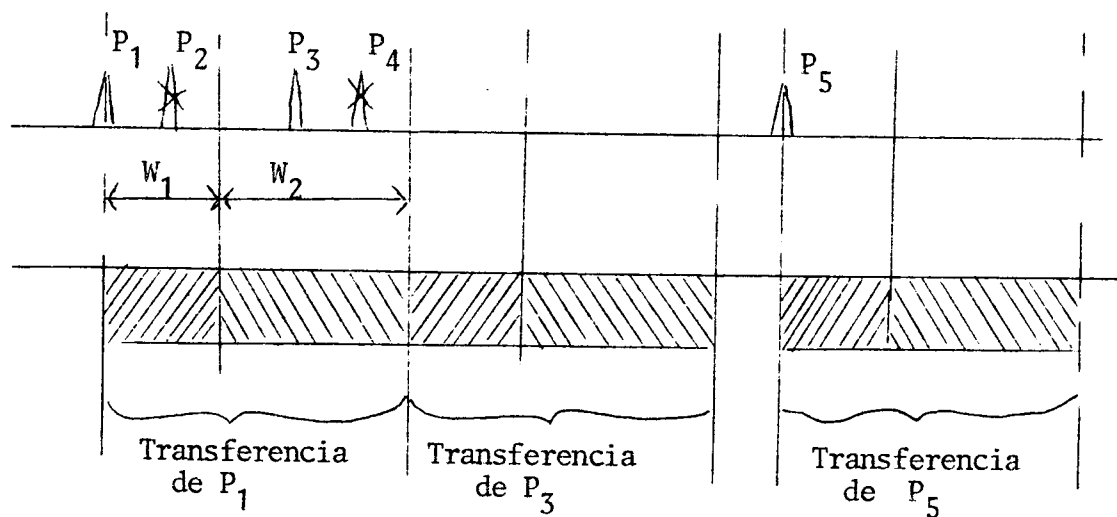
$$\frac{N(I)}{LN} = \frac{S(I)}{LN} + \left[1 - e^{-\frac{S(I) W1}{LN (WMIC-W1)}} \right] \quad (2.1.3)$$

Esta ecuación se resuelve para $S(I)$.

Si llamamos $C(I)$ al número de cuentas que llegan al analizador durante los $WMIC$ microsegundos del canal I, resulta

$$C(I) = S(I) \frac{WMIC}{WMIC-W1} \quad (2.1.4)$$

2.1.b) El esquema de tiempos muertos del codificador LABEN TV 60 es el siguiente. Llegado un pulso, se origina un tiempo muerto de duración W_1 , durante el cual no acepta ningún otro pulso, siendo éste el tiempo que necesita el instrumento para transferir el tiempo de vuelo correspondiente, contenido en su "buffer", al "buffer" de entrada del dispositivo de almacenamiento (una computadora en este caso). Finalizado dicho período ($W_1 \approx 3 \mu\text{seg.}$), se origina un tiempo muerto W_2 , que es el tiempo disponible para que el dispositivo de almacenamiento desocupe su "buffer" de entrada y transfiera el tiempo de vuelo registrado a la memoria principal. Durante este lapso ($W_2 \approx 7 \mu\text{seg.}$), el LABEN acepta como máximo un nuevo pulso de señal, cuya información es transferida una vez completado el intervalo de tiempo muerto W_2 originado por el pulso anterior, dando lugar a un nuevo ciclo de tiempos muertos como el descrito. El siguiente gráfico ilustra lo expuesto.



Sea

$C_T(I)$ = número de cuentas que llegan al analizador durante el intervalo de duración del canal I, por pulso del LINAC y por unidad de tiempo

$C_O(I)$ = número de cuentas registradas por el analizador en el canal I, por pulso del LINAC y por unidad de tiempo.

El número de cuentas perdidas $C_1(I)$ por cuenta recibida durante el intervalo de tiempo muerto W_1 , es:

$$C_1(I) = C_T(I) W_1$$

Durante el intervalo W_2 , dado que como máximo recibe una cuenta, el valor medio de cuentas perdidas por cuenta recibida es:

$$C_2(I) = \sum_{n=1}^{\infty} (n - 1) P_n(I) \quad (2.1.5)$$

donde P_n es la probabilidad de recibir n cuentas en el intervalo W_2 , dada por

$$P_n = \frac{(C_T(I) W_2)^n}{n!} e^{-C_T(I) W_2} \quad (2.1.6)$$

Reemplazando (2.1.6) en (2.1.5) y desarrollando esta última, se demuestra que (ver Apéndice C.):

$$C_2(I) = C_T(I) W_2 - 1 + e^{-C_T(I) W_2}$$

Finalmente, C_T estará dado por:

$$C_T(I) = C_O(I) \left[1 + C_1(I) + C_2(I) \right]$$

de donde resulta

$$C_T(I) = \frac{C_O(I)}{1 - C_O(I) (W_1 + W_2)} e^{-C_T(I) W_2}$$

y siendo

$$C_T(I) = \frac{C(I)}{LN \cdot WMIC} \quad C_O(I) = \frac{N(I)}{LN \cdot WMIC}$$

donde

$N(I)$ = número de cuentas registradas por el analizador en el canal I

$C(I)$ = número de cuentas que llegan al analizador durante el intervalo de duración del canal I

LN = pulsos del LINAC

$WMIC$ = ancho de canal

resulta

$$C(I) = \frac{N(I)}{1 - \frac{N(I) (W1 + W2)}{LN \quad WMIC}} e^{-\frac{C(I) W2}{LN \quad WMIC}} \quad (2.1.7)$$

Esta ecuación trascendente en C(I) es resuelta en el programa.

En esta deducción no se ha considerado el efecto de apantallamiento de canales, por ser de valor despreciable para las velocidades normales de contaje.

2.2 Corrección por tiempo muerto de la electrónica precedente al analizador.

La electrónica utilizada introduce un tiempo muerto o de resolución, por cuenta detectada, que llamaremos TAU. La corrección por este efecto, siendo un sistema 'no paralizabte', está dada por⁽⁴⁾:

$$B(I) = \frac{C(I)}{1 - \frac{C(I) \text{ TAU}}{LN \quad WMIC}} \quad (2.2.1)$$

donde

C(I) = número de cuentas que llegan al analizador durante el intervalo de duración del canal I

B(I) = número de cuentas que llegan al detector durante el intervalo de duración del canal I.

2.3 Corrección por pérdida de cuentas en los monitores.

A fin de normalizar los distintos espectros medidos a una misma intensidad, integrada en el tiempo, de neutrones producidos por la fuente, se utilizan detectores de neutrones que proporcionan un número de cuentas MON proporcional a aquella. Los registros de estos detectores se corrigen por tiempo muerto, siguiendo un desarrollo⁽⁵⁾ que considera que la población de neutrones decae en forma exponencial.

El número de cuentas corregidas por pulso de LINAC está dado por:

$$\frac{MN}{LN} = \frac{MON}{LN} \frac{1}{1 - FK \frac{MON}{LN}} \quad (2.3.1)$$

donde

$$FK = (1/2) \left(1 - e^{-\frac{TAUM}{BETA}} \right)$$

MON = cuentas observadas por el detector

MN = cuentas corregidas

BETA = constante de decaimiento de la población de neutrones en el monitor

TAUM = tiempo muerto del detector

2.4 Corrección por fondo.

NYTROF permite utilizar tres opciones para la corrección por fondo:

Opción A. Cuando se utiliza un detector de neutrones y un filtro opaco a los mismos.

Opción B. Cuando se utiliza un detector de neutrones y dos filtros opacos, uno a neutrones y otro a neutrones y gammas.

Opción C. Cuando se utilizan dos detectores, uno de neutrones y otro de gammas, ambos con la misma eficiencia para gammas, y un filtro opaco a los neutrones.

Llamamos:

SN(I) = número corregido de neutrones que llegan al detector en el haz colimado

SG(I) = número corregido de gammas que llegan al detector en el haz colimado

BN(I) = número corregido de neutrones que llegan al detector fuera del haz colimado

BG(I) = número corregido de gammas que llegan al detector fuera del haz colimado

KN = fondo ambiente de neutrones (constante), por canal

KG = fondo ambiente de gammas (constante), por canal

Opción A.

Esta opción se utiliza cuando BN(I) y BG(I) son pequeños y pueden despreciarse. El número de cuentas B(I), recibidas en el canal I, ya corregidas por tiempo muerto del analizador y electrónica asociada, es:

$$B(I) = SN(I) + SG(I) + KT \quad (2.4.1)$$

donde se ha hecho $KN + KG = KT$

El número de cuentas D(I), recibidas en el canal I, ya corregidas por tiempo muerto, cuando se interpone en el tubo de vuelo un filtro opaco a neutrones, cuyo coeficiente de transmisión para gammas es $TGAMM \equiv K$, es:

$$D(I) = \frac{DM}{BM} \left[K SG(I) \right] + \frac{DL}{BL} KT \quad (2.4.2)$$

donde

BM = cuentas corregidas de monitor, correspondientes a B(I)

DM = cuentas corregidas de monitor, correspondientes a D(I)

BL = pulsos de LINAC correspondientes a B(I)

DL = pulsos de LINAC correspondientes a D(I)

de (2.4.1) y (2.4.2)

$$SN(I) = B(I) - \frac{1}{K} \frac{BM}{DM} D(I) - \left[1 - \frac{BM}{K DM} \frac{DL}{BL} \right] KT \quad (2.4.3)$$

KT se obtiene en una medición independiente.

Opción B.

Esta opción se utiliza cuando BN(I) y BG(I) no pueden ser despreciados, y es necesario realizar una tercera medición. Similarmente a la Opción A y con

esta consideración , tenemos que

$$B(I) = SN(I) + SG(I) + BN(I) + BG(I) + KT \quad (2.4.4)$$

$$D(I) = \frac{DM}{BM} \left[K SG(I) + BN(I) + BG(I) \right] + \frac{DL}{BL} KT \quad (2.4.5)$$

El número de cuentas $E(I)$, recibidas en el canal I, ya corregidas por tiempo muerto, cuando se interpone en el tubo de vuelo dos filtros, uno opaco a neutrones y el otro opaco a gammas, es:

$$E(I) = \frac{EM}{BM} \left[BN(I) + BG(I) \right] + \frac{EL}{BL} KT \quad (2.4.6)$$

De (2.4.5) y (2.4.6)

$$K SG(I) = \frac{BM}{DM} D(I) - \frac{BM}{EM} E(I) + \left[\frac{BM}{EM} \frac{EL}{BL} - \frac{BM}{DM} \frac{DL}{BL} \right] KT \quad (2.4.7)$$

Se comprueba experimentalmente⁽⁶⁾ que esta ecuación, que corresponde a los gammas que llegan al detector en el haz colimado, es una exponencial y se ajusta en el programa por el método de cuadrados mínimos.

De (2.4.4) y (2.4.5) resulta finalmente:

$$SN(I) = B(I) - \frac{BM}{DM} D(I) - \underbrace{\left[\frac{1}{K} - 1 \right] K SG(I)}_{\text{Opción C.}} + \underbrace{\left[\frac{BM}{DM} \frac{DL}{BL} - 1 \right] KT}_{\text{Opción C.}} \quad (2.4.8)$$

Opción C.

Esta opción se aplica cuando $BN(I)$ y $BG(I)$ no son despreciables, y se utilizan dos detectores (uno de neutrones y gammas y otro de gammas, ambos con la misma eficiencia para radiación gamma) y un filtro opaco a neutrones, para la determinación del fondo.

Se realizan cuatro mediciones. Dos de ellas coinciden con las dos primeras de la Opción B y las dos restantes se describen a continuación.

El número de cuentas $E(I)$, recibidas en el canal I , ya corregidas por tiempo muerto, registradas por el detector de gammas, es:

$$E(I) = \frac{EM}{BM} \left[ENEU(I) SN(I) + SG(I) + BG(I) \right] + \frac{EL}{BL} KG \quad (2.4.9)$$

donde

$ENEU(I)$ = eficiencia para neutrones del detector de gammas, relativa a la del detector de neutrones.

El número de cuentas $F(I)$, recibidas en el canal I , ya corregidas por tiempo muerto, registradas por el detector de gammas, cuando se interpone en el tubo de vuelo el mismo filtro opaco a neutrones que el empleado en la determinación de $D(I)$ en la Opción B, es:

$$F(I) = \frac{FM}{BM} \left[K SG(I) + BG(I) \right] + \frac{FL}{BL} KG \quad (2.4.10)$$

De (2.4.4), (2.4.5), (2.4.9) y (2.4.10), resulta:

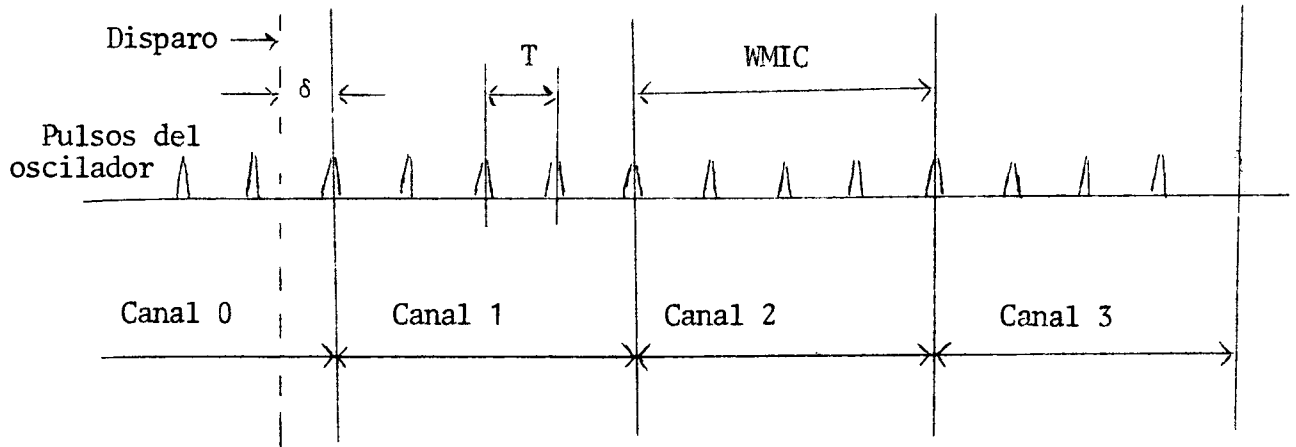
$$SN(I) = \frac{1}{1 - ENEU(I)} \left[B(I) - \frac{BM}{EM} E(I) - \frac{BM}{DM} D(I) + \frac{BM}{FM} F(I) + \left(\frac{BM}{EM} \frac{EL}{BL} - \frac{BM}{FM} \frac{FL}{BL} \right) KG + \left(\frac{BM}{DM} \frac{DL}{BL} - 1 \right) KT \right] \quad (2.4.11)$$

Dado que $ENEU(I)$ es del orden del 1%, en la presente versión del programa no se lo toma en cuenta, asignándole valor cero.

2.5 Cálculo y correcciones del tiempo de vuelo.

a) RIDL

El comportamiento del multicanal PIDL Mod.34-12B, trabajando como analizador de tiempo de vuelo⁽⁷⁾ está ilustrado en el gráfico siguiente.



Debido al asincronismo entre los pulsos de disparo del analizador y los del oscilador que produce el cambio de canal, existe un intervalo δ entre ambos, que es en promedio un semiperíodo del oscilador, es decir

$$\delta = D = T/2$$

donde T es el período del oscilador.

El tiempo comprendido entre el disparo del analizador y el punto medio del canal I , está dado por:

$$T(I) = (I - 1/2) WMIC + D \quad I \geq 1 \quad (2.5.1)$$

donde $WMIC$ es el ancho de canal.

Los primeros $W1$ μ seg. (2.1.a) del canal 1, son utilizados por el RIDL para guardar en memoria lo acumulado en el canal 0, que es el intervalo comprendido entre el fin del último canal y el comienzo del canal 1. El ancho del canal 0 depende por lo tanto de la frecuencia de disparo del analizador y del ancho

de canal utilizado, no siendo considerado por esta razón en el programa.

El origen del tiempo de vuelo es el instante de producción del "gamma flash" que puede o no coincidir con el pulso de disparo del analizador. En general hay un cierto intervalo TD1 entre ambos pulsos, y si el pulso del "gamma flash" es detectado en el extremo del tubo de vuelo, el tiempo corregido en el canal I está dado por:

$$T(I) = (I - 1/2) WMIC + D - TD \quad I \geq 1 \quad (2.5.2)$$

donde

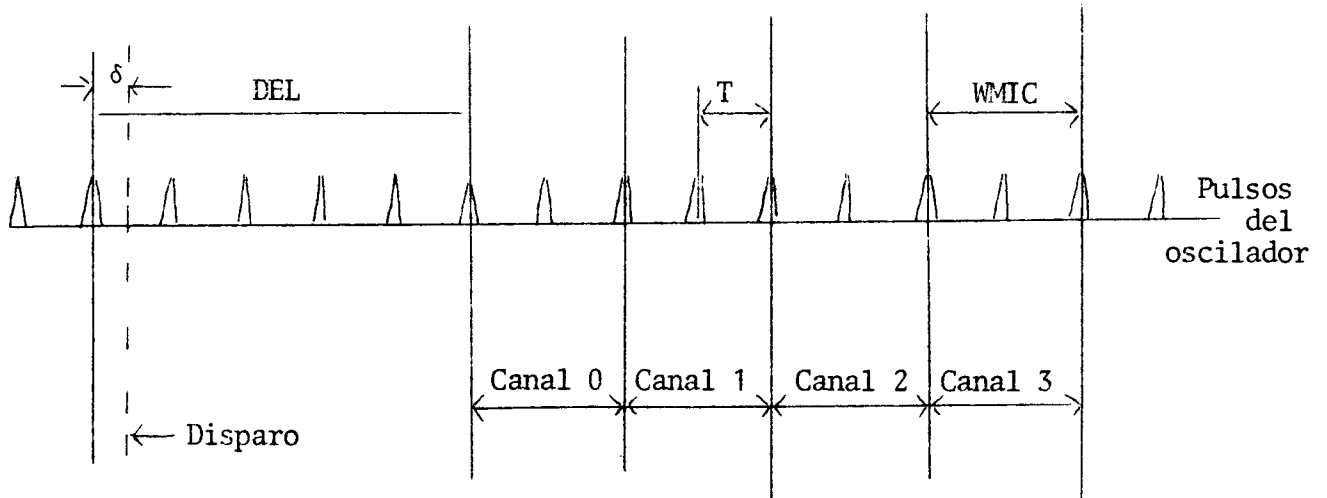
$$TD = TD1 - FL/c$$

FL/c es el tiempo de vuelo del "gamma flash", siendo FL la longitud del camino de vuelo y c la velocidad de la luz.

TD1 será positivo si el pulso de disparo del analizador precede al del "gamma flash", y negativo en caso contrario.

b) LABEN TV 60

El esquema de funcionamiento está indicado en el siguiente gráfico



El tiempo comprendido entre el disparo del barrido y el punto medio del canal I está dado por:

$$T(I) = (I + 1/2) \text{ WMIC} - D + \text{DEL} - \text{TD} \quad I \geq 1 \quad (2.5.3)$$

$$T(I) = (\text{WMIC} - D)/2 + \text{DEL} - \text{TD} \quad I = 0$$

donde DEL es un retardo interno del LABEN que puede prefijarse a voluntad dentro de un cierto rango, y el resto de las variables tienen el mismo significado que en el punto a).

2.5.1 Corrección del tiempo de vuelo por tiempo medio de emisión y tiempo medio de captura.

El tiempo $T(I)$ dado por (2.5.2) ó (2.5.3), según el analizador utilizado, debe ser corregido por el tiempo medio de emisión $(\text{TM1})^{(*)}$ y por el tiempo medio de captura en el detector (TM2) .

El tiempo corregido $\text{TC}(I)$, está dado entonces por:

$$\text{TC}(I) = T(I) - \text{TM}(I) \quad (2.5.4)$$

donde

$$\text{TM}(I) = \text{TM1}(I) + \text{TM2}(I)$$

Dado que TM depende de la energía del neutrón, y TC es utilizado para su cálculo, se realiza un proceso iterativo para su determinación.

2.6 Cálculo de la energía.

La energía del neutrón, calculada en el punto medio del canal I, está dada por:

$$E(I) = 1/2 m v^2 = \frac{Q \text{ FL}^2}{\text{TC}(I)^2} \quad (2.6.1)$$

 (*) TM1 es el tiempo promedio que tarda un neutrón desde su nacimiento en el blanco con energía E_n hasta alcanzar el punto de iniciación del camino de vuelo con energía E'_n ; este tiempo comprende procesos tales como multiplicación, moderación y difusión.

donde

$$Q = m/2 = (0.52268 \pm 0.00001) \text{ eV } \mu\text{seg}^2/\text{cm}^2$$

de acuerdo con datos obtenidos de la edición 45 del "Handbook of Chemistry and Physics".

No se realiza la corrección relativista, pues ésta es menor que el 1% para neutrones con una energía de 5 Mev.

2.7 Sensibilidad del espectrómetro.

La sensibilidad del espectrómetro por tiempo de vuelo, que es función de la energía, está dada por:

$$\text{SEN}(E) = \text{SENS}(E) \cdot \text{TR}(E) \quad (2.7.1)$$

donde SENS es la eficiencia intrínseca del detector para neutrones y TR es la transmisión del tubo de vuelo, dada por:

$$\text{TR}(E) = \exp \left[- \sum_{J=1}^{NM} \text{TNUC}(J) \cdot \text{DEN}(J) \cdot \text{SIGMAT}(J,E) \right] \quad (2.7.2)$$

donde

NM = número de materiales que atraviesa el haz colimado en el camino de vuelo

TNUC(J) = espesor del material J

DEN(J) = densidad atómica del material J

SIGMAT(J,E) = sección eficaz total microscópica del material J, a la energía E

2.8 Cálculo del flujo neutrónico por unidad de energía.

Si F(T) es el número de neutrones con tiempos de vuelo comprendidos entre T y T + dT, el número de neutrones F(E), con energías comprendidas entre E y E + dE está dado por:

$$F(E) = F(T) \left| \frac{dT}{dE} \right|$$

siendo

$$\frac{dT}{dE} = 1/2 Q^{1/2} FL E^{-3/2}$$

y

$$F(I) = \frac{SN(I)}{SEN(I) WMIC}$$

El flujo de neutrones por unidad de energía, por cuenta de monitor, correspondiente al canal I, tiene entonces la expresión:

$$F(I) = \frac{SN(I)}{SEN(I) WMIC BM} 1/2 Q^{1/2} FL E(I)^{-3/2} \quad (2.8.1)$$

2.9 Agrupamiento de canales.

NYRTOF tiene opción de agrupar los canales hasta que las dos condiciones siguientes son satisfechas:

a) La resolución en energía entre dos canales consecutivos no es menor que la resolución $R(E)$ del espectrómetro

$$\left| \frac{E(I+1) - E(I)}{E(I)} \right| \geq R(E) \quad (2.9.1)$$

siendo⁽⁸⁾

$$R(E) = \frac{\Delta E}{E} = 2 \frac{\Delta T}{T} = 87.5 \frac{\Delta T}{T} E^{1/2} \frac{m}{\mu\text{seg} \sqrt{10 \text{ Mev}}} \quad (2.9.2)$$

donde

$$\Delta T = \sqrt{\frac{\Delta T1^2}{12} + \Delta TM1^2 + \Delta TM2^2 + \Delta T2^2 + \frac{WMIC^2}{12} + \frac{TCL^2}{12}}$$

$\Delta T1$ = ancho del pulso del LINAC

$\Delta TM1$ = desviación standard del tiempo medio de emisión

$\Delta TM2$ = desviación standard del tiempo medio de captura del neutrón en el detector

$\Delta T2$ = desviación standard de los tiempos involucrados en la formación,
discriminación y propagación de la señal proveniente del detector

WMIC = ancho de canal

TCL = período del oscilador

El error en la longitud del camino de vuelo no ha sido considerado por ser despreciable frente a los errores en el tiempo de vuelo.

b) La desviación standard relativa del número neto de cuentas corregidas, ER, es menor que un parámetro de entrada DELTA

$$ER \leq \Delta \quad (2.9.3)$$

El valor de ER, para las distintas opciones de corrección por fondo y considerando un número M de canales agrupados, está dado por:

Opción A.

$$ER = \frac{\sqrt{\sum_{I=1}^M \left[B(I) + \frac{BM}{K DM} D(I) \right] + M \left[1 - \frac{BM DL}{K DM BL} \right] KT}}{\sum_{I=1}^M \left[B(I) - \frac{1}{K} \frac{BM}{DM} D(I) \right] - M \left[1 - \frac{1}{K} \frac{BM DL}{DM BL} \right] KT} \quad (2.9.4)$$

Opción B.

$$ER = \frac{\sqrt{\sum_M \left[B(I) + \frac{BM}{BM} D(I) \right] + M \left[\frac{BM DL}{DM BL} - 1 \right] KT}}{\sum_M \left[B(I) - \frac{BM}{DM} D(I) - \left(\frac{1}{K} - 1 \right) K SG(I) \right] + M \left[\frac{BM DL}{DM BL} - 1 \right] KT} \quad (2.9.5)$$

El error en $K SG(I)$ no se considera por ser una exponencial que ha sido ajustada por el método de cuadrados mínimos.

Opción C.

$$ER = \frac{\sum_M \left[B(I) + \frac{BM}{EM} E(I) + \frac{BM}{DM} D(I) + \frac{BM}{FM} F(I) + G \right]}{\sum_M \left[B(I) - \frac{BM}{EM} E(I) - \frac{BM}{DM} D(I) + \frac{BM}{FM} F(I) + G \right]} \quad (2.9.6)$$

donde

$$G = \begin{bmatrix} \frac{BM}{EM} & \frac{EL}{BL} \\ - & - \frac{BM}{FM} & \frac{FL}{BL} \end{bmatrix} K G + \begin{bmatrix} \frac{BM}{DM} & \frac{DL}{BL} \\ - & - 1 \end{bmatrix} K T \quad (2.9.7)$$

3. DESCRIPCION DEL PROGRAMA

NYRTOF está dividido en cuatro fases, de las cuales dos son utilizadas en la opción 'off-line': NYRTOFPO y NYRTOFP3.

3.1 Fase NYRTOFPO

Esta fase se ejecuta en primer término. En la misma se efectúa la lectura de los datos que se guardan en un COMMON y se realizan cálculos previos que son grabados en un conjunto de datos creado en un disco. Este conjunto de datos (UDSDAT) es utilizado como área de trabajo del programa.

Los pasos que realiza son los siguientes:

- a. Lee las tarjetas 1 a 8 (4.1), que contienen datos generales.
- b. Llama a la subrutina LETAB, que lee las tablas de eficiencia del detector, tiempo medio de emisión y secciones eficaces. Estas tablas pueden estar en tarjetas o grabadas en un conjunto de datos (UDSTAB). En este último caso, LETAB llama a la subrutina TABRD, que realiza la lectura de las tablas que han sido grabadas previamente en el disco por el programa NYRTAB⁽¹⁰⁾.
- c. Llama a la subrutina TIER, que calcula la energía correspondiente a cada canal.

- d. Llama a la subrutina DESN, que calcula la sensibilidad del espectrómetro para cada canal.
- e. Llama a la subrutina UNIF, que calcula el flujo por unidad de energía y por unidad de cuenta recibida en cada canal.
- f. Almacena en UDSDAT los cálculos anteriores, utilizando la subrutina WRDIS.
- g. El programa permite sumar corridas semejantes, por lo que lee el número de corridas a sumar de cada tipo.
- h. Realiza la lectura del contenido de los canales para cada corrida, efectuando las sumas correspondientes. Las corridas sumadas son grabadas en UDSDAT.
- i. Llama a la subrutina PAD, que lee los parámetros adicionales: pulsos del LINAC y monitorajes.
- j. Como último paso, llama a la fase NYRTOFP3.

3.2 Fase NYRTOFP3

Esta fase realiza la reducción de los datos experimentales y provee los resultados.

Los pasos fundamentales que realiza son los siguientes:

- a. Escribe la información y datos generales de la experiencia que se procesa.
- b. Lee del disco los parámetros adicionales para cada corrida, corrige las cuentas de monitor (2.3) utilizando la función CORM, selecciona el monitoraje utilizando la función AVMON y finalmente los escribe.
- c. Opcionalmente, escribe el contenido de los canales sin procesar.
- d. Opcionalmente, perfora el contenido de los canales sin procesar.

- e. Corrige el número de cuentas de cada canal por tiempo muerto (2.1 y 2.2) utilizando la subrutina CORIDL si se ha medido con el analizador RIDL ó CORRC si se ha medido con el analizador LABEN, guardando las cuentas corregidas en otra área de UDSDAT.
- f. Efectúa la corrección por fondo (2.4); si se está procesando con Opción B, la corrección la realiza la subrutina OPKROP.
- g. Opcionalmente, calcula y escribe los resultados sin agrupamiento de canales.
- h. Calcula y escribe los resultados con agrupamiento de canales.
- i. Opcionalmente, perfora los resultados correspondientes a canales agrupados.
- j. Opcionalmente, graba en un conjunto de datos de salida en disco (UDSSIG) los resultados correspondientes a canales agrupados, utilizando la subrutina WRDISI.
- k. Si se desea procesar una nueva corrida (6.), llama nuevamente a la fase NYRTOFP0. En caso contrario el programa finaliza.

3.3 Descripción de las subrutinas.

3.3.1 Subrutinas LETAB

Lee las tablas necesarias para el cálculo, que pueden estar en tarjetas o grabadas en un disco. En este último caso, es llamada subrutina TABRD.

3.3.2 Subrutina TABRD

Es llamada por LETAB y lee las tablas cuando se encuentran grabadas en un conjunto de datos (UDSTAB) en disco.

Si no encuentra una tabla cuyo nombre NNN ha sido especificado en la entrada, escribe el mensaje

TABLE NNN DOES NOT EXIST IN UDSTAB

y retorna.

3.3.3 Subrutina TIER

Calcula el tiempo de vuelo corregido (2.5) y la energía (2.6) para cada canal. Dado que el tiempo corregido es función de la energía, itera interpolando en la tabla de tiempo medio de emisión, utilizando la función TERP.

3.3.4 Función TERP.

Realiza interpolación de orden variable en una tabla de valores crecientes o decrecientes. Terp no extrapola; para valores de energía fuera del rango de la tabla, da el valor de la función para el valor tabulado de energía más cercano al dado.

3.3.5 Subrutina DESN

Calcula la sensibilidad para cada canal (2.7), interpolando en las tablas de eficiencia y secciones eficaces por medio de TERP.

3.3.6 Subrutina UNIF

Calcula el flujo por unidad de energía y por unidad de cuenta recibida en cada canal, según la ecuación

$$UNI(I) = \frac{Q^{1/2} FL E(I)^{-3/2}}{2 SEN(I)}$$

3.3.7 Subrutina WRDIS

Graba y lee (ENTRY RDDIS) conjuntos de palabras en la unidad simbólica SYS004, la cual se asigna en este programa al conjunto de datos UDSDAT.

3.3.8 Subrutina WRDISI

Graba y lee (ENTRY RDDISI) conjuntos de palabras en la unidad simbólica SYS002, la cual se asigna en este programa al conjunto de datos de salida UDOSIC

3.3.9 Subrutina PAD

Lee los parámetros adicionales (pulsos de LINAC y cuentas de monitores) para todas las corridas de distinto tipo y los graba en UDSDAT.

3.3.10 Subrutina HEAD

Dibuja el nombre del programa, NYRTOF, al comenzar el listado.

3.3.11 Función CORM

Efectúa la corrección por pérdida de cuentas en los monitores (2.3).

3.3.12 Función AVMON

Según el valor del parámetro de entrada MON, selecciona el monitoreaje a utilizar en el cálculo, que puede ser uno de los dos leídos o el resultado del promedio geométrico de ambos.

3.3.13 Subrutina CORIDL

Efectúa la corrección por pérdida de cuentas en el analizador RIDL (2.1.a) y la corrección por tiempo muerto en la electrónica precedente al analizador (2.2), en ese orden.

Para la primera corrección, de las ecuaciones (2.1.3) y (2.1.4) resulta

$$F \left[C(I) \right] = \frac{WMIC}{WMIC - W1} \left[N(I) - \ln \left(1 - e^{-\frac{C(I) W1}{LN WMIC}} \right) \right] - C(I) = 0 \quad (3.3.1)$$

Esta ecuación no lineal en C(I) es resuelta por la subrutina RTNI.

3.3.14 Subrutina RTNI

Es una subrutina científica de IBM⁽¹¹⁾, que resuelve ecuaciones no lineales por el método de Newton - Rawson. Requiere un valor inicial para C(I), tomándose en este caso N(I) como tal.

3.3.15 Subrutina FCT

Es llamada por RTNI y calcula el valor de la ecuación cuya raíz busca (en este caso (3.3.1)) y el de su derivada, para un dado valor del argumento

De (3.3.1)

$$F' [C(I)] = -1 - \frac{W1}{WMIC - W1} e^{-\frac{C(I)}{LN WMIC} \frac{W1}{WMIC}}$$

3.3.16 Subrutina CORRC

Realiza la corrección por pérdida de cuentas en el analizador LABEN TV 60 (2.1.b) y luego la corrección por tiempo muerto en la electrónica precedente al analizador (2.2).

Para la primera corrección, resuelve en forma iterativa la ecuación (2.1.7) dándole a C(I), en la exponencial, el valor inicial N(I).

La iteración se realiza hasta que la variación relativa entre un valor y el anterior es menor que 10^{-3} .

3.3.17 Subrutina OPKROP

Realiza la substracción del fondo cuando se procesa con la Opción B (2.4). Llama a la subrutina EXFIT, que ajusta a una exponencial los puntos dados por la ecuación (2.4.7) y graba los valores en UDSDAT.

3.3.18 Subrutina EXFIT

Ajusta los puntos dados por la ecuación (2.4.7) a una exponencial de la forma

$$A \exp \left(- \frac{I WMIC}{ALFA} \right)$$

por el método de cuadrados mínimos para una recta⁽¹²⁾. Para ello, grafica primeramente en la impresora dicha ecuación, en forma logarítmica, para los primeros 40 canales, utilizando la subrutina PLOT. Lee luego de la consola los números de canal inicial y final entre los cuales se va a realizar el ajuste, escri-

biendo previamente por la misma el mensaje

WRITE NB1, NB2, WITH FORMAT 212

Se selecciona ocularmente del gráfico los canales extremos (NB1 y NB2) y se escriben en la consola.

Si en el canal I comprendido entre NB1 y NB2 encuentra

a) un valor negativo, escribe por la impresora el mensaje

IN CHANNEL I THERE IS A NEGATIVE VALUE FOR THE EXPONENTIAL FIT

b) un valor nulo, escribe por la impresora el mensaje

IN CHANNEL I THERE IS A 0 FOR THE EXPONENTIAL FIT

En ambos casos el programa finaliza.

Una vez realizado el ajuste, escribe en el listado el valor de ALFA, que es la constante de decaimiento de la radiación gamma originada por la captura de neutrones en el medio en estudio (reacción (n,γ)). Al coincidir ALFA con la constante de decaimiento de la población de neutrones térmicos en dicho medio, es también el tiempo medio de emisión de los mismos.

3.3.19 Subrutina PLOT

Subrutina de IBM⁽¹³⁾ que grafica por la impresora una función dada.

4. ENTRADA DE NYRTOF

4.1 Entrada por tarjeta

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
1	NAM	1-10	5A2	Nombre de quien realiza el procesamiento
	LAT	11-20	5A2	Fecha
	PROJ	21-30	5A2	Denominación del proyecto
	DATR	31-40	5A2	Identificación de la corrida principal (B(I) en 2.4)
	RUND	41-50	5A2	Identificación del primer tipo de corrida de fondo (D(I) en 2.4)
	DATB	51-60	5A2	Identificación del segundo tipo de corrida de fondo (E(I) en 2.4)
	RUNB	61-70	5A2	Identificación del tercer tipo de corrida de fondo (F(I) en 2.4)
	LINE	71-72	I2	Número de líneas a ser impresas por página (≤ 50) LINE = 0 Imprime 50 lineas
	IPT	73	I1	IPT = 1 Imprime salida agrupada y no agrupada IPT = 0 Imprime sólo salida agrupada
	IPCH	74	I1	IPCH = 0 No hay salida perforada (5.2) IPCH = 1 Perfora el contenido de los canales sin procesar IPCH = 2 Idem IPCH=1, perforando además energía y flujo para los canales agrupados IPCH = 3 Idem IPCH=2, agregando el error en el flujo IPCH = 4 Perfora únicamente energía y flujo para los canales agrupados. IPCH = 5 Idem IPCH=4, agregando el error en el flujo

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
1	IRD	75	I1	IRD = 1 Los datos son leídos de tarjeta IRD = 0 Los datos son leídos "on-line"
	LI6	76	I1	LI6 = 0 No hay corrida de fondo con el detector de neutrones y gammas LI6 = 1 La corrida de fondo con este detector es leída "on-line" LI6 = 2 La corrida de fondo con este detector es leída de tarjeta
	LI7	77	I1	LI7 = 0 Se procesa con Opción A (2.4) LI7 = 1 La corrida de fondo con el detector de gammas es leída "on-line" LI7 = 2 La corrida de fondo con este detector es leída de tarjeta o se procesa con opción B.
	MON	78	I1	MON = 0 Se usa como monitoraje la media geométrica de las cuentas de los dos monitores, que se leen de la tarjeta 21 MON = 1 Se usan como monitoraje las cuentas del monitor 1 MON = 2 Se usan como monitoraje las cuentas del monitor 2
	IRAW	79	I1	IRAW = 0 No imprime el contenido sin procesar de los canales IRAW = 1 Imprime el contenido sin procesar de los canales
2	COM1	1-80	20A4	Comentario
3	COM2	1-80	20A4	Comentario
4	TNUC(I) I = 1, NM	1-80	8E10.4	Espesores de los NM materiales en el tubo de vuelo (en cm) para los cuales se hace corrección por transmisión ($NM \leq 8$), en el mismo orden que las tablas de sección eficaz correspondientes.

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBPE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
5	IRCL	1-10	I10	Analizador utilizado IRCL = 1 RIDL IRCL = 2 LABEN TV 60
	WMIC	11-20	E10.0	Ancho de canal (en μ seg)
	W1	21-30	E10.0	Tiempo muerto del analizador (en μ seg)
	W2	31-40	E10.0	Tiempo de transferencia a la memoria (2.1.b) cuando IRCL = 2 (en μ seg) Ignorado si IRCL = 1
	TD1	41-50	E10.0	Intervalo entre el pulso de disparo del analizador y el pulso de "gamma flash" (2.5)(en μ seg.)
	FL	51-60	E10.0	Distancia de vuelo (en cm)
	TAUM	61-70	E10.0	Tiempo muerto del monitor (en μ seg)
	BETA	71-80	E10.0	Constante de decaimiento de la población de neutrones en el monitor (en μ seg)
6	NB1	1-10	I10	Estos parámetros son utilizados en la Opción B. Se leen de la consola en la presente versión del programa (ver 4.2)
	NB2	11-20	I10	
	NF	21-30	I10	Primer canal para procesar
	NL	31-40	I10	Ultimo canal para procesar
	RZ	41-50	E10.0	Resolución del espectrómetro (2.9.a) a la energía ERES, para el agrupamiento de canales. El código agrupará con
				$R(E) = RZ \sqrt{\frac{E}{ERES}} \quad \text{para } ERES \neq 0$
				$R(E) = RZ \quad \text{para } ERES = 0$
	ERES	51-60	E10.0	Energía en la fórmula anterior (en eV)
	DELTA	61-70	E10.0	Desviación standard relativa en el número de cuentas para el agrupamiento de canales (2.9.b)

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
7	TGAMM	1-10	E10.0	Transmisión para gammas del filtro opaco a neutrones
	CONST	11-20	E10.0	Fondo total ambiente por μseg
	CONSG	21-30	E10.0	Fondo ambiente de gammas por μseg
	D	31-40	E10.0	Semiperíodo del oscilador del analizador (2.5)(en μseg)
	DEL	41-50	E10.0	Retardo prefijable del LABEN TV 60 (μseg)
	IDISC	51	I1	IDISC = 0 No graba la salida agrupada en disco IDISC = 1 Graba la salida agrupada en el área 1 del conjunto de datos de salida (5.3) IDISC = 2 Idem anterior, en el área 2
	IB	52	I1	IB = 0 No se procesa con Opción B IB = 1 Se procesa con Opción B
	TAU	53-62	E10.0	Tiempo muerto de la electrónica precedente al analizador (en μseg)
8	NM	1-10	I10	Número de tablas de secciones eficaces ($NM \leq 8$)
	NC	11-20	I10	Número de canales utilizados
9	SCOM	1-76	19A4	Nombre de la tabla de eficiencia intrínseca del detector si se lee de disco (hasta 8 caracteres), Si se lee de tarjeta, es un comentario de la misma
	NSENS	77-80	I4	Número de puntos en la tabla NSENS = 0 La tabla se lee de disco Si NSENS = 0 continúa tarjeta número 12
10	ESENS(I) I=1,NSENS	1-70	7E10.0	NSENS valores de energía (en eV)
11	SENS(I) I=1,NSENS	1-70	7E10.0	NSENS valores de eficiencia a las energías ESENS(I)
12	TCOM	1-76	19A4	Nombre de la tabla de tiempo medio de emisión más tiempo medio de captura (TM) (2.5.1), si

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
				se lee de disco (hasta 8 caracteres). Si se lee de tarjeta es un comentario de la misma
	METN	77-80	I4	Número de puntos en la tabla. METN = 0 La tabla se lee de disco
	Si METN = 0 continúa tarjeta número 15			
13	EMT(I) I=1,METN	1-70	7E10.0	METN valores de energía (en eV)
14	TM(I) I=1,METN	1-70	7E10.0	METN valores de TM a las energías EMT(I) (en μ seg)
15	COMM	1-76	19A4	Nombre de la tabla de sección eficaz total microscópica, si se lee de disco (hasta 8 caracteres). Si se lee de tarjeta es un comentario de la misma
	NEM	77-80	I4	Número de puntos en la tabla NEM = 0 La tabla se lee de disco
	Si NEM = 0 continúa tarjeta número 18			
16	EMAT(I) I=1,NEM	1-70	7E10.0	NEM valores de energía (en eV)
17	SIGMAT(I) I=1,NEM	1-70	7E10.0	NEM valores de sección eficaz a las energías EMAT(I)
18	DEN(I)	1-10	E10.0	Densidad atómica del elemento al que corresponde la tabla de sección eficaz
Las tarjetas 15 a 18 se repiten para cada tabla de sección eficaz				
19	KS	1-2	I2	Número de corridas B(I) a sumar
	KF	3-4	I2	Número de corridas D(I) a sumar
	KP	5-6	I2	Número de corridas E(I) a sumar
	KN	7-8	I2	Número de corridas F(I) a sumar

<u>TARJ.</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>COLUMNAS</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
20	IARTOT(I)			Contenido de los canales
	Si IRCL=1			Si se ha medido con RIDL, se asume que los
	I=1, NC	1-78	13I6	datos están perforados con formato I
	Si IRCL=2			Si se ha medido con LABEN TV 60, se asume que
	I=1, NC+1	1-72	18A4	los datos están perforados con formato A. En
				este caso IARTOT (NC+1) contiene el número del
				LINAC

La tarjeta 20 y siguientes hasta completar el número de canales NC se repiten tantas veces como corridas haya, agrupando las del mismo tipo y colocándolas en el mismo orden en que están descriptas en 2.4 para las distintas opciones de corrección por fondo.

21	IBA(I)	1-40	4I10	Prámetros adicionales correspondientes a cada
	I=1,4			tino de corrida
				IBA(1) = Pulsos del LINAC. Si IRCL = 2 e
				IBA(1) = 0, se utiliza el valor perforado en
				la posición NC+1 de IARTOT. Si IBA(1) ≠ 0 se
				utiliza este valor
				IBA(2) = No se utiliza en la presente versión
				del código
				IBA(3) = Cuentas del monitor 1
				IBA(4) = Cuentas del monitor 2

La tarjeta 21 se repite para cada tipo de corrida, en el mismo orden que las mismas.

Si se procesa un solo espectro, esta es la última tarjeta. En caso contrario (6.) se coloca a continuación una tarjeta en blanco y se repiten las tarjetas 1 a 7, 19, 20 (colocando únicamente las corridas B(I)), y 21, incluyendo los parámetros adicionales de las corridas de fondo.

4.2 Entrada por consola

Unicamente en Opción B de corrección por fondo

<u>NOMBRE</u>	<u>FORMATO</u>	<u>COMENTARIO</u>
NB1	I2	Número de canal inferior para el ajuste de la exponencial (ecuación (2.4.7))
NB2	I2	Número de canal superior para el ajuste de la exponencial

Estos valores se extraen del gráfico que realiza el programa.

5. DESCRIPCION DE LA SALIDA

NYRTOF tiene salida impresa, por tarjeta perforada y en disco.

5.1 Salida impresa

La salida por impresora incluye:

- a. Título y comentarios.
- b. Identificación de las distintas corridas.
- c. Descripción de las tablas utilizadas y de los materiales presentes en el camino de vuelo, con sus espesores y densidades.
- d. Analizador de tiempo de vuelo utilizado e información relacionada con el mismo.
- e. Parámetros temporales involucrados en los cálculos y correcciones.
- f. Pulsos de LINAC y monitorajes para cada corrida. En la columna AVGR MONITOR imprime el monitoreo que se emplea en el cálculo.
- g. Parámetros para el agrupamiento de canales.
- h. Fondo ambiente.
- i. Opcionalmente, contenido de los canales sin procesar, para las distintas corridas.

- j. Si se procesa con Opción B, un gráfico de la radiación gamma recibida en el detector a través del tubo de vuelo (3.3.18).
- k. Opcionalmente, para los canales no agrupados, señal (SN(I) en 2.4), energía, flujo, flujo x energía y sensibilidad (tal como se definió en 2.7).
- l. Salida agrupada. Para todas las opciones de corrección por fondo (2.4): intervalo de canales agrupados, energía, flujo, flujo x energía, desviación standard relativa (columna $\Delta(\text{FLUX})/\text{FLUX}$) de SN(I) (2.9.b) y número de canal agrupado.

En particular para las distintas opciones de corrección por fondo:

<u>COLUMNA</u>	<u>OPCION</u>	<u>DESCRIPCION</u>
LI6 NO PLG	A	B(I)
	B	B(I)
	C	B(I)
LI6	A	$\frac{BM}{K \cdot DM}$ D(I)
	B	$\frac{BM}{DM}$ D(I)
	C	$\frac{BM}{DM}$ D(I)
PLUG+PB FIL	B	$\frac{BM}{EM}$ E(I)
FIT EXPON	B	$\left[\frac{1}{K} - 1 \right] K \cdot SG(I)$
LI7 NO PLG	C	$\frac{BM}{EM}$ E(I)
LI7 PLUG	C	$\frac{BM}{FM}$ F(I)

Cuando se procesa con Opción B, NYRTOF escribe por consola el mensaje:

WRITE NB1, NB2, WITH FORMAT 2I2

quedando a la espera de los valores, que se seleccionan del gráfico mencionado en j.

5.2 Salida perforada

Es opcional en todos los casos, y consta de:

- a. Contenido sin procesar de los canales para las corridas sumadas, en el mismo orden de la entrada. Perfora en formato 18A4 un lote de tarjetas por corrida.
- b. Salida con canales agrupados. Perfora, en formato 18A4, una primera tarjeta con el número de canales agrupados y luego, en dos lotes de tarjetas, la energía y el flujo por unidad de energía y cuenta de monitor. Opcionalmente, perfora un tercer lote con el error relativo en el flujo ER (2.9.b).

5.3 Salida en disco

Además de la información que permanece en el área de trabajo en el disco (UDSDAT) una vez finalizado el programa (A.1), NYRTOF puede, opcionalmente, grabar en el conjunto de datos de salida UDSSIG, la energía, el flujo y el error relativo en el flujo, para los canales agrupados (A.2).

Si se procesan dos corridas principales (6.), hay opción de grabar la salida en distinta área de UDSSIG.

6. PROCESAMIENTO DE DOS CORRIDAS PRINCIPALES

NYRTOF tiene opción de procesar dos corridas principales con corridas de fondo comunes a ambas, en un solo trabajo. Esto es de utilidad para el cálculo de la sección eficaz total por el método de transmisión.

El tratamiento de la primera corrida es el descrito en los puntos anteriores, realizándose parte del mismo para la segunda corrida, lo que impone ciertas restricciones. En la fase NYRTOFP0 no se efectúan los pasos b. a f. (3.1) y se lee únicamente la corrida principal, utilizando para la substracción del fondo las corridas leídas en el primer proceso, pudiendo variarse los factores de monitoreo. La fase NYRTOFP3 se ejecuta en su totalidad.

R E F E R E N C I A S

1. K.H. Beckurts and K. Wirtz, 'Neutron Physics', Springer - Verlag - 1964 - Pág. 82.
2. H.M. Antunez, Y.D. Nalibof, J.M. Neill, A.E. Profio et al., 'HECTO, a PORTAN IV program for reduction of time-of-flight data', GAMB - 7527 (Febrero 2, 1967).
3. Evans, 'The Atomic Nucleus', Mc Graw-Hill, 1955, Pág. 751-752.
4. Evans, ant. cit., pág. 787.
5. P.H. Perkel, 'Coincidence-loss correction for monitor counter', Internal GA Memo GA-P-48-9 (Abril 13, 1959).
6. C.C. Madero, F. Kropff, A. Oliva, 'Corrección por fondo en mediciones de espectros de neutrones de baja energía con el espectrómetro del C.A.B.', C.A.B./1971/3.
7. L.A. Rémez, 'Unidad para mediciones de tiempo de vuelo con un analizador multicanal', C.A.B./1971/2.
8. K.H. Beckurts, ant. cit., pág. 42.
9. K.H. Beckurts, ant. cit., pág. 323.
10. J.E. Volkis y E.V. Echague, 'NYRTAB - Programa para creación en disco de las tablas que emplea NYRTOF en la reducción de datos'. C.A.B., 1971.
11. IBM, 'System/360 - Scientific Subroutine Package', GH20-0205-4, Pág. 220.
12. Yardley Beers, 'Introducción a la teoría de los errores', E.T.H.A.S.A, Págs. 49-55.
13. IBM, ant. cit., Pág. 452.

A P E N D I C E

A. Descripción de los conjuntos de datos en disco

A.1 UDSDAT

Tiene un tamaño mínimo de 45.088 palabras de 4 bytes y se define con bloques de 360 bytes (90 palabras por bloque), con formato. Este tamaño permite trabajar con un máximo de 4.096 canales.

La distribución del espacio es la siguiente:

<u>POSICION</u>	<u>CONTENIDO</u>
1 - 4096	Energía
4097 - 8192	Sensibilidad
8193 - 12288	Flujo por unidad de energía y cuenta
12289 - 16384	Corrida principal sin procesar
16385 - 16388	Parámetros adicionales correspondientes (pulsos de LINAC, parámetro no utilizado, monitor 1, monitor 2, en ese orden)
16389 - 20484	Primera corrida de fondo, sin procesar
20485 - 20488	Parámetros adicionales correspondientes
20489 - 24584	Segunda corrida de fondo, sin procesar
24585 - 24588	Parámetros adicionales correspondientes
24589 - 28684	Tercera corrida de fondo, sin procesar
28685 - 28688	Parámetros adicionales correspondientes
28689 - 32788	Corrida principal, corregida por tiempos muertos.
32789 - 36888	Primera corrida de fondo, corregida
36889 - 40988	Segunda corrida de fondo, corregida
40989 - 45088	Tercera corrida de fondo, corregida

A.2 UDSSIG

Tiene un tamaño mínimo de 2.400 palabras de 4 bytes y está definido con bloques de 360 bytes, con formato. Está dividido en dos áreas iguales, lo que permite guardar opcionalmente la salida en la primera o segunda área según la corrida principal que se procesa (6.).

La distribución del espacio es la siguiente:

<u>POSICION</u>	<u>CONTENIDO</u>
1 - 400	Energía para la primera corrida principal
401 - 800	Flujo para la primera corrida principal
801 - 1200	Error relativo en el flujo para la primera corrida principal
1201 - 1600	Energía para la segunda corrida principal
1601 - 2000	Flujo para la segunda corrida principal
2001 - 2400	Error relativo en el flujo para la segunda corrida principal

A-3 UDSTAB

Es un conjunto de datos con directorio, conteniendo cada miembro una tabla. Las primeras 19 palabras de cada miembro contienen la descripción de la tabla y la número 20 el número de valores de la variable independiente, que es igual al número de valores de la variable dependiente. El nombre de la tabla en la entrada del programa debe coincidir con el nombre del miembro correspondiente.

Las tablas se guardan en UDSTAB por medio del programa auxiliar NYPTAB⁽¹⁰⁾.

B. Unidades simbólicas y su asignación

NYPTOF utiliza las siguientes unidades simbólicas, con la asignación que se indica:

SYS000	Tablas (UDSTAR)
SYS001	Lectora de tarjetas (lectura de datos perforados en formato 18A4)
SYS002	Salida en disco (UDSSIG)
SYS003	Consola
SYS004	Area de trabajo en disco (UDSTAT)

C.

De (2.1.5) y (2.1.6)

$$C_2 = \sum_{n=1}^{\infty} (n-1) \frac{(C_T W_2)^n}{n!} e^{-C_T W_2}$$

$$C_2 = e^{-C_T W_2} \left[C_T W_2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(C_T W_2)^{n-1}}{(n-1)!} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(C_T W_2)^n}{n!} \right]$$

$$C_2 = e^{-C_T W_2} \left[C_T W_2 e^{C_T W_2} - (e^{C_T W_2} - 1) \right]$$

$$C_2 = C_T W_2 - 1 + e^{-C_T W_2}$$

D. Listado del programa.-

E. Problema ejemplo,-