

PARAMETROS CINETICOS DEL REACTOR RA6

F. Leszozynski

Centro Atómico Bariloche-CNEA

Introducción: Se presentan resultados de cálculos de parámetros necesarios para calibración de barras de control con los métodos "rod-drop" y "período asintótico", válidos para el reactor RA6.

Para construir las curvas que se presentan, se utilizaron programas de cinética puntual que fueron desarrollados y adaptados para ese fin, y convenientemente probados. Se comprobó que la aproximación "puntual" es válida para simular experiencias en reactores como el RA6, siempre que, cuando se hacen mediciones de densidad neutrónica en función del tiempo, los detectores se encuentren suficientemente alejados de las perturbaciones locales provocadas por la inserción de reactividad, y que antes de dicha inserción, el reactor se encuentre funcionando en estado crítico durante varios minutos, para que no estén presentes los armónicos transitorios.

Parámetros utilizados: λ_i, β_i de neutrones retardados (en 6 grupos):
Tabla 4.7 del Keepin (Physics of Nuclear Kinetics, 1965);
 $\bar{\lambda}(\text{RA6}) = 7.64 \times 10^{-3}$; $\bar{\lambda}(\text{RA6}) = 6.33 \times 10^{-5}$ segs.

Resultados:

Figura 1: Desvío del período observado respecto al valor asintótico, en función del tiempo después de un cambio instantáneo de reactividad a $t=0$, para cinco valores distintos de reactividades positivas introducidas: 38.2 pcm, 76.4 pcm, 114.6 pcm, 152.8 pcm, 191.0 pcm.
Tiempos: hasta 165 segs.

Aplicación: método de "período asintótico".

Se observa, por ejemplo, que para un tiempo de espera de 50 segs., el error en el período medido, respecto del asintótico es: 5 % para $\rho = 38$ pcm; 3 % para $\rho = 76$ pcm; 2 % para $\rho = 115$ pcm; 1 % para $\rho = 153$ pcm.

Figura 2: Desvío del período observado respecto al valor asintótico, en función del tiempo después de un cambio instantáneo de reactividad a $t=0$, para seis valores distintos de reactividades negativas introducidas: $\rho = -764$ pcm; -1528 pcm; -2292 pcm; -3056 pcm; -3820 pcm y -4584 pcm.
Tiempos: hasta 300 segs.

Las curvas se sitúan en una misma zona, mas estrecha cuanto mayor es ρ . No es posible observar periodos con error menor al 10 % en tiempos razonablemente cortos.

Figura 3: Tiempo de espera, luego de introducir una reactividad positiva en función del período asintótico, para observar un período dentro del 1, 2, 5, 10 y 15 % del valor asintótico.

Aplicación: método del "período asintótico".

Para cualquier período, éste puede ser determinado con un error tan pequeño como se quiera (≥ 1 %) con tal de esperar el tiempo necesario de decaimiento de transitorios, siendo ese tiempo de espera razonablemente corto (≤ 150 segs).

Figura 4: Reactividad positiva versus tiempo de duplicación (de 0 a 90 segs.).

Aplicación: método del "período asintótico".

Además de la curva presentada, se han construido tablas con valores de $T_{\text{dupl.}}$ (segs), ρ (pcm), y $T_{\text{asint.}}$ (en segs), para ρ positivas y negativas. Esos valores fueron obtenidos resolviendo la ecuación "inhour" con los parámetros correspondientes al RA6.

Figura 5 : Familia de curvas de $n(t)/n_0$ (densidad neutrónica en función del tiempo sobre densidad neutrónica inicial (en estado crítico) versus ρ (reactividad), para distintos tiempos a partir del instante de inserción de reactividad (negativa), para t entre 5.0 y 70 segs. (cada 5 segs) y ρ entre 75.0 y 3800 pcm. Aplicación: método "rod-drop".

Además de la curva aquí presentada, se han generado otras familias de curvas que cubren diferentes rangos de ρ y de t .

Figura 6 : Influencia en los resultados al aproximar la inserción de reactividad negativa en tiempo finito, a un salto instantáneo a $t=0$. Explicación: En los cálculos realizados para construir las curvas y tablas incluidas en este trabajo, se supuso que el reactor estaba crítico y estacionario y que, a tiempo "0" se introduce la reactividad (positiva o negativa) que se mantiene constante a tiempos mayores. En el caso del "scram" de una barra de control del reactor RA6, el tiempo de introducción de la barra es del orden de 700 m segs. Una de las consecuencias de esto es que no puede usarse el método "post-drop" (aproximación "prompt-jump") para determinar la eficacia de una barra de control. En la figura, se presentan las curvas de $n(t)/n_0$ vs. t en el rango de t de 0 a 200 segs (0: instante real de introducción de reactividad típica de una barra de control del RA6 (3000 pcm). Curva superior: teniendo en cuenta el tiempo de introducción de reactividad en 630 m segs con una función $\rho = \rho_0 \cdot \exp^2(A+Bt'+C/t')$ determinada en otro trabajo, válida para $t < 630$ mseg. Para $t > 630$ mseg, $\rho = \rho_0$. Curva inferior: reactividad constante introducida a $t=0$ ($=3000$ pcm). Rango temporal: 0 a 4 segs.

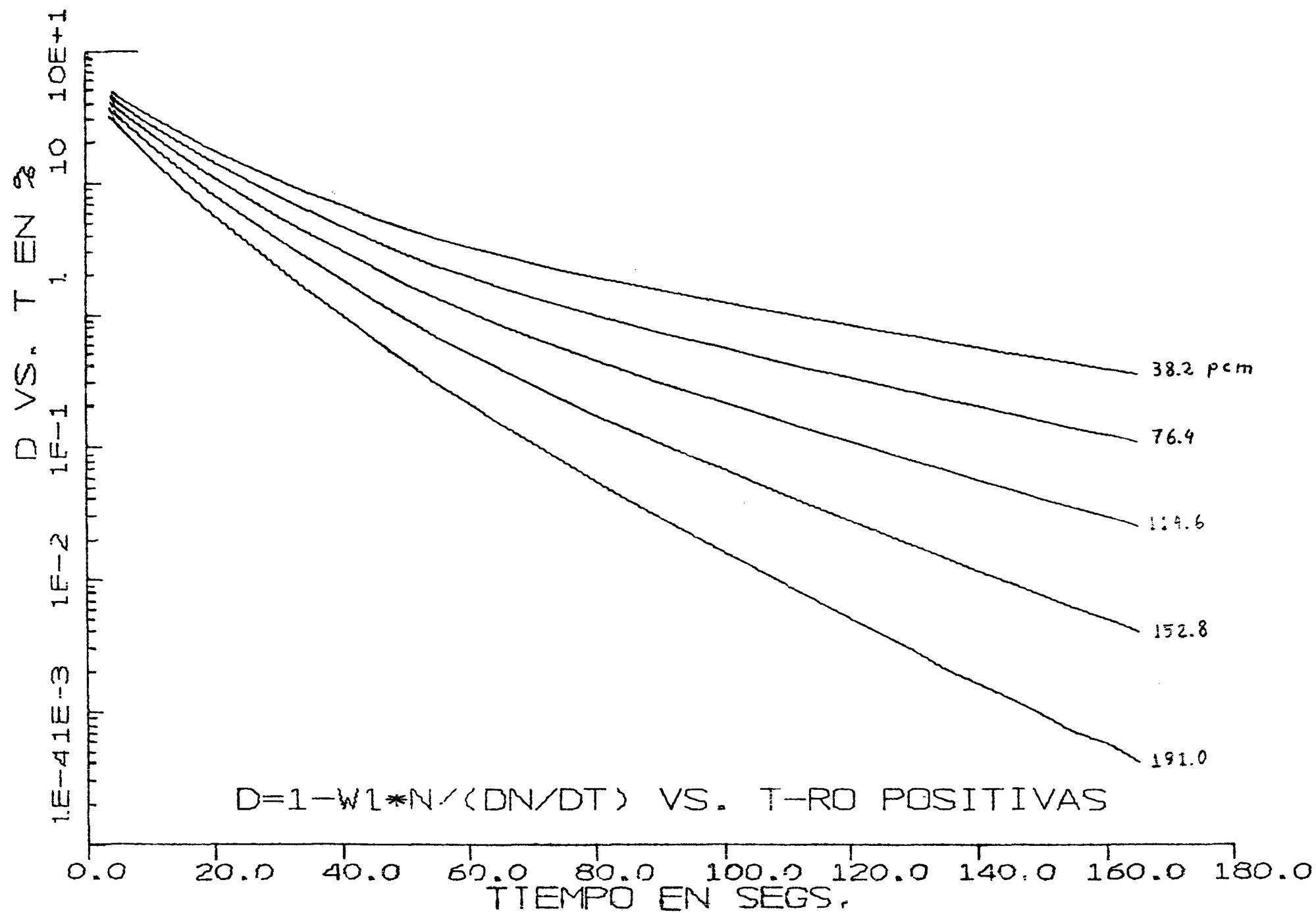
Para ρ constante, se observa el efecto "prompt-jump" a $t=0$ ($n_0/n_1 - 1 = 3000/764$; $\beta = 764$; $n_0 = 1$, $n_1 = 0.203$).

Para ρ variable, se ve el decaimiento suave de n/n_0 a medida que se va introduciendo la barra ($t < 0.63$ seg). A $t \approx 0.75$ segs comienza esta curva a aproximarse asintóticamente a la correspondiente a ρ cte. Las diferencias entre n/n_0 para ρ cte. y ρ variable son: para $t=0.05$ seg, ≈ 0.666 ; para $t=0.3$ segs, $\approx 1.8 \times 10^{-1}$; para $t=0.6$ segs, $\approx 1.7 \times 10^{-2}$; para $t=4.9$ seg, $\approx 2 \times 10^{-3}$; para $t=10.0$ seg, $\approx 9 \times 10^{-4}$.

Conclusiones: Se calcularon parámetros cinéticos de fundamental interés en el diseño y análisis de experimentos destinados fundamentalmente a la determinación de reactividades positivas y negativas introducidas en el reactor RA6, aplicables principalmente en calibración de barras de control.

Referencias

- P. Onali: Cinética puntual. Medición de reactividad. Apuntes de clase.
- R.J. Toppel: Nucl. Sci. and Eng. 5, 88-98 (1959).
- R.J. Onega: Reactor Dynamics Module RD-1, VPISU, Virginia, EEUU.
- F. Leszczynski: Programas CIMPUN, CINTEX, ROVEPE de cinética puntual, Informe interno.
- Keepin: Physics of Nuclear Kinetics, Addison-Wesley, 1965.
- Lolich-Leszczynski: Determinación de la reactividad en exceso del reactor RA6. Informe interno.
- Lolich: Tiempo de despegue y caída de barras gruesas del reactor RA6, Informe interno.



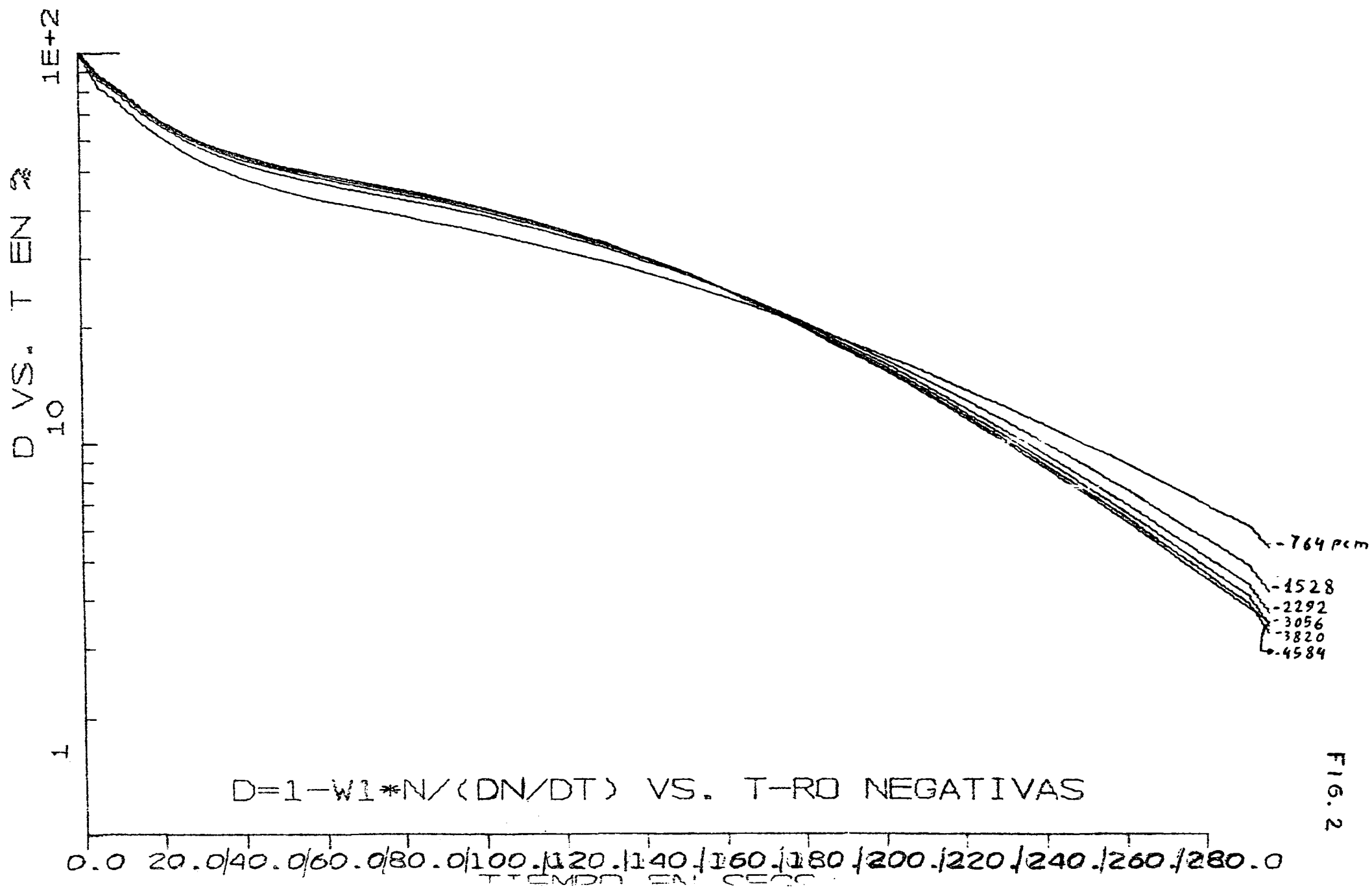


FIG. 2

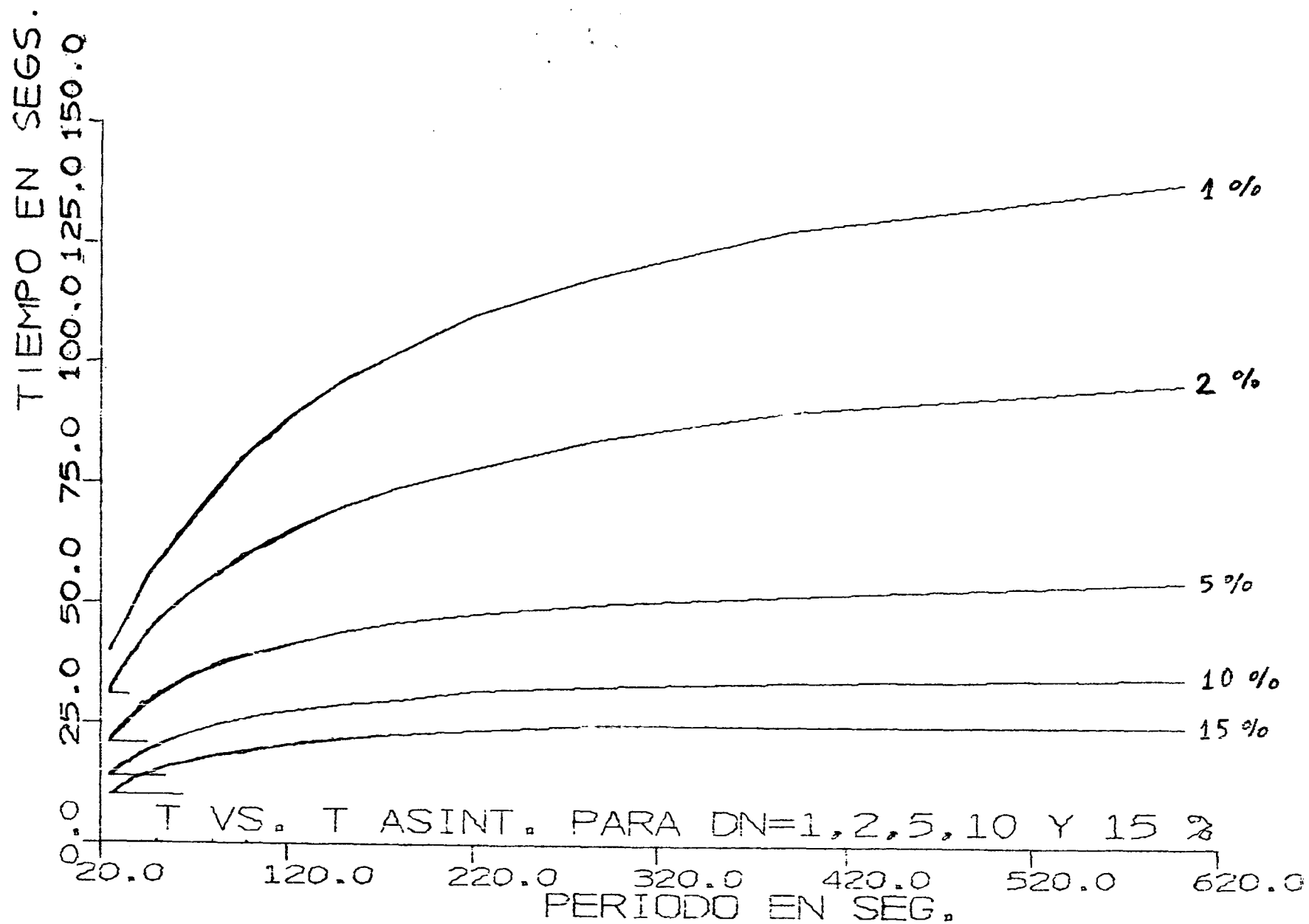


FIG. 3

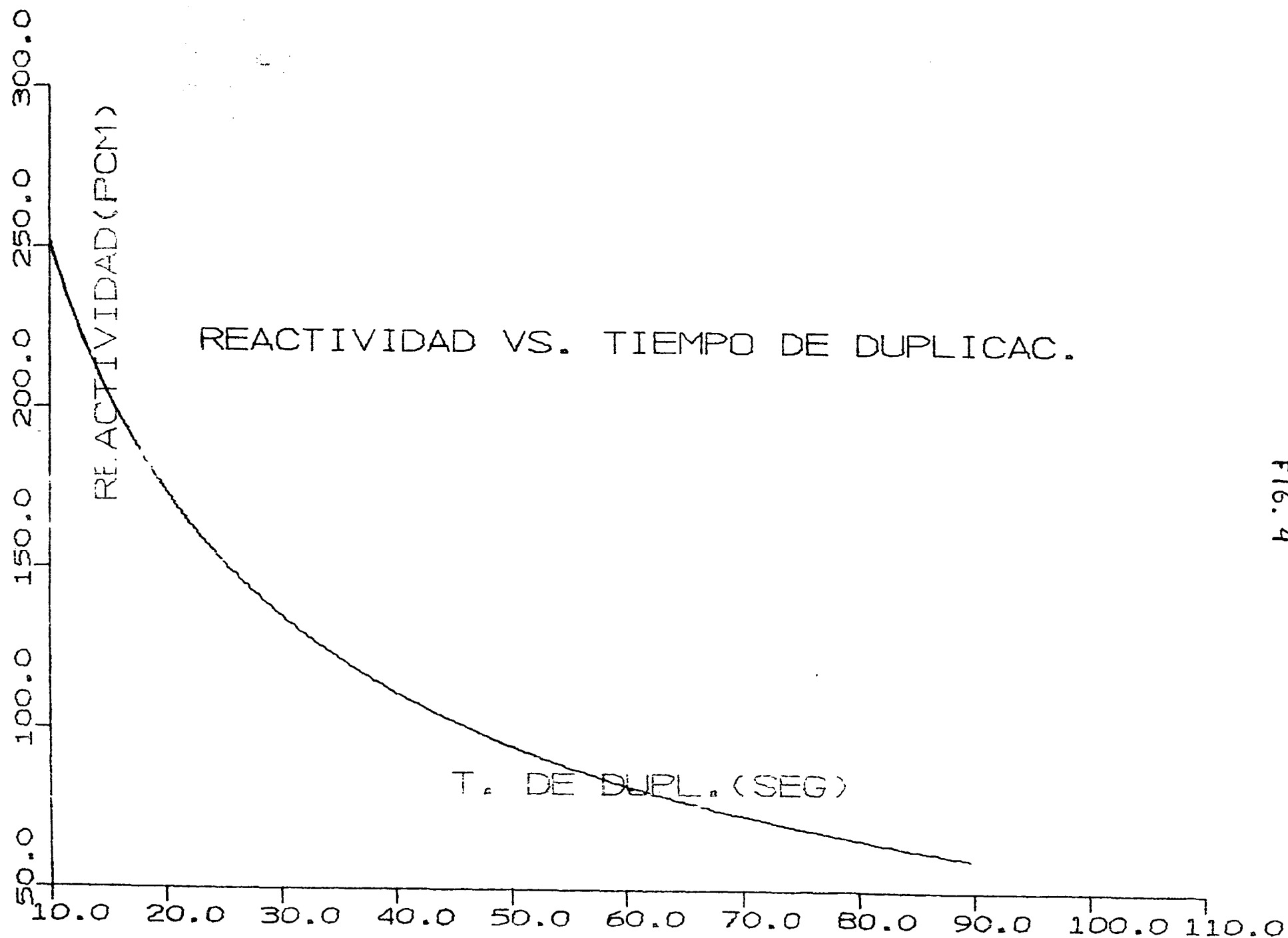


FIG. 4

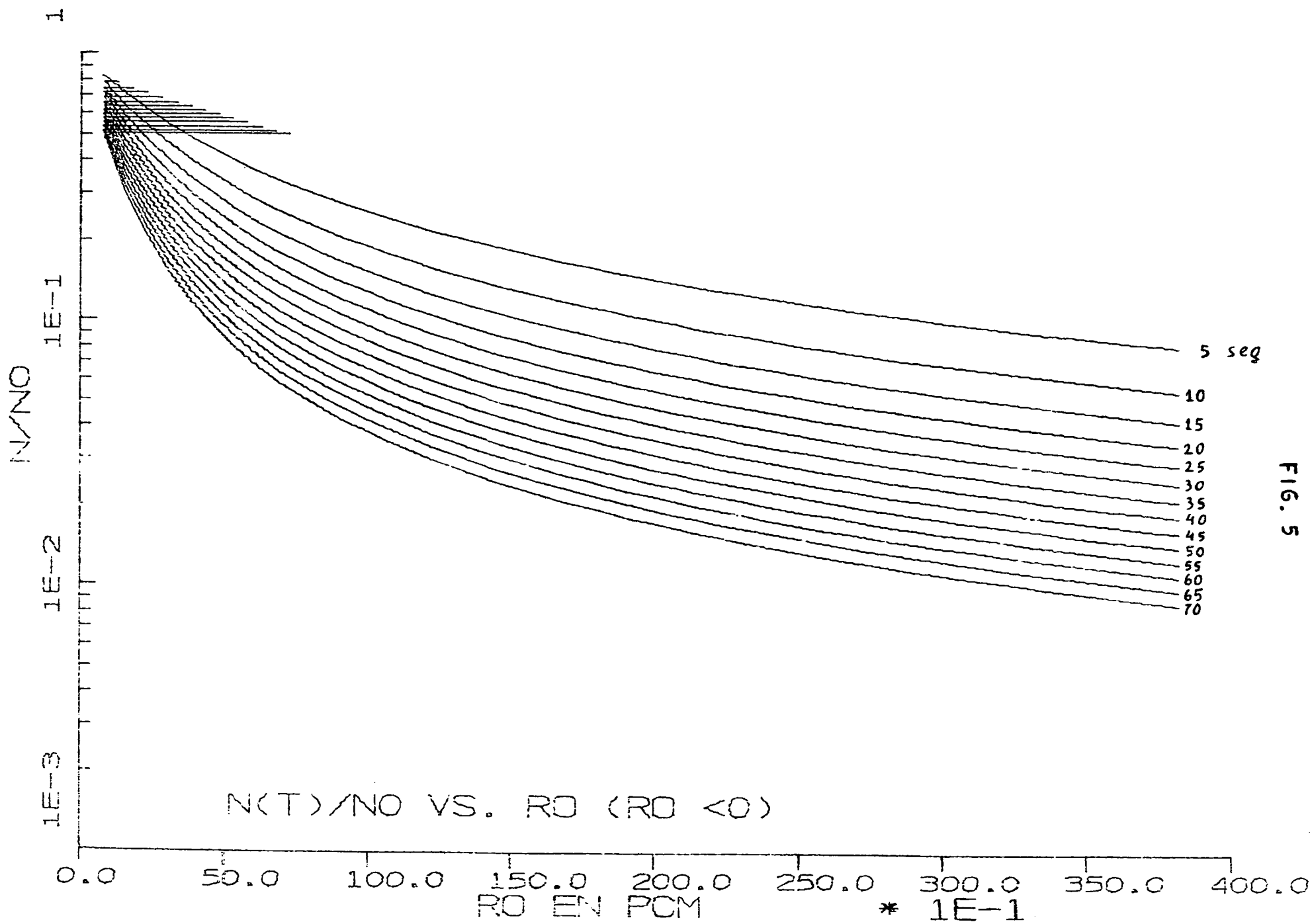


FIG. 5

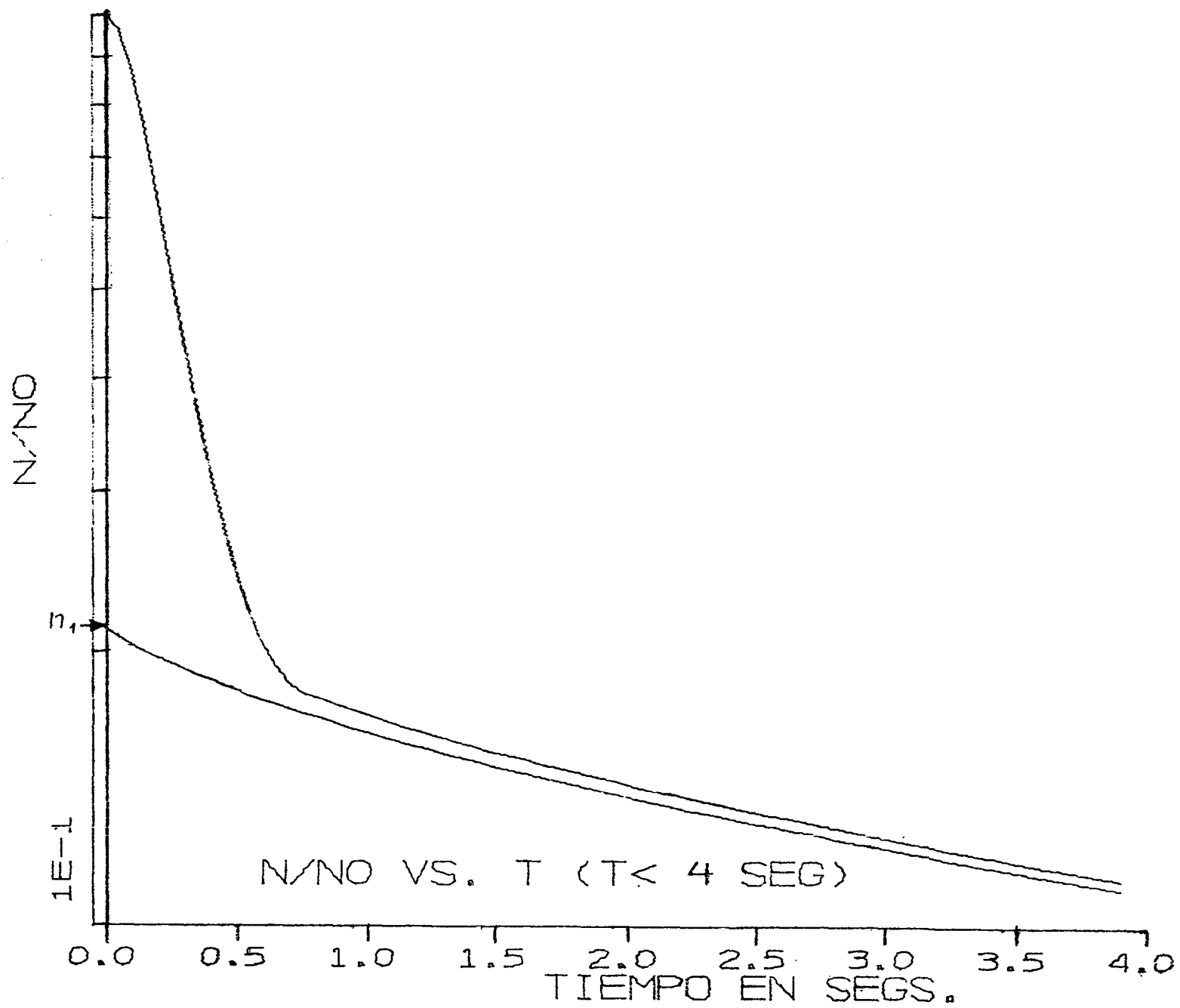


FIG. 6