

Un generador de probabilidades para programas de tiempos al azar

A probability generator for random interval schedules

Carlos Bruner y Fernando Delgado¹

Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

Se describe la construcción y el funcionamiento de un sencillo y económico generador de probabilidades para ser empleado en experimentos con programas de tiempos al azar.

DESCRIPTORES: generador de probabilidades, tiempo al azar.

ABSTRACT

Describes the construction and functioning of a simple and economical probability generator for use in experiments on random interval schedules.

DESCRIPTORS: *probability generator, random intervals.*

Recientemente construimos un generador de probabilidades, compatible con equipo BRS/LVE, para instrumentar programas de reforzamiento de tiempos al azar, TA (es decir, programas de intervalos al azar en la modalidad independiente de la respuesta, R). Construimos este generador para nuestras necesidades específicas y por lo tanto genera valores de p en pasos de .03. Sin embargo, conforme al mismo principio se puede expandir el rango de valores p hasta .01 y así substituir completamente al PP1 (BRS/LVE).

El principio de operación del generador es el mismo que el PP1, que consiste de una serie de registros de desplazamiento (100 dígitos en el PP1) en combinación con un reloj interno (3 Kc en el PP1) que, al pulsar, desplaza al dígito en pasos sucesivos (el ciclo completo dura, en el PP1, 33 mseg.). El primer pulso del reloj habilita una compuerta "Y" y el pulso n bloquea dicha

¹ Los autores agradecen a Raúl Ávila su colaboración en este proyecto.

compuerta. Por lo tanto, un pulso de entrada puede producir una salida probabilística solamente cuando la compuerta está habilitada. Bajo estas circunstancias se puede escoger cualquier p de salida ajustando la proporción de tiempo que la compuerta está habilitada en relación a la duración total del ciclo (véase Clark y Hull, 1965).

Dada la velocidad del ciclo y la precisión de los componentes del PP1, una variabilidad de 30 a 40 mseg en los pulsos de entrada sucesivos, es suficiente para generar p 's justas. (por ejemplo, R's sucesivas del sujeto). Sin embargo, cuando el evento de entrada es periódico y medido precisamente en tiempo, como en los programas TA, es inevitable que se desarrolle cierta sincronía entre ambos ciclos, lo que causa secuencias regulares entre los eventos de salida (es decir, la p de un evento es dependiente de la p del anterior).

Una manera de evitar la sincronía entre los ciclos consiste en interconstruir variabilidad temporal en los pulsos sucesivos. Esto se puede lograr substituyendo el pulso de entrada al PP1 mediante uno generado por una fuente de ruido blanco (por ejemplo, Evra, 1974).

Otra manera de impedir la sincronía entre los ciclos consiste en substituir el reloj interno del generador por un reloj cuyos pulsos sean aperiódicos, de tal manera que aunque los pulsos de entrada ocurran a intervalos precisos, la velocidad del ciclo es variable.

Siguiendo la última alternativa construimos el generador que se describe. Utilizamos una fuente de ruido blanco externa en serie con un disparador Schmitt como reloj asíncrono (BRS/LVE MN 201 y ST 253, respectivamente). Hemos encontrado que calibrando el ST 253 a aproximadamente 1 Kc (en promedio) da resultados satisfactorios (ver Figura 1). Por lo tanto, el generador que se describe difiere del PP1 en el reloj externo asíncrono, en el número de dígitos y en el tipo de circuito empleado (discreto en el PP1 con rango de voltaje de -12 o $0V$ y TTL en nuestro caso, de 0 a $+5V$).

FUNCIONAMIENTO

En su forma general este circuito consta de cuatro registros de desplazamiento (74164) de ocho dígitos cada uno que dan un total de 32 dígitos, un multivibrador biestable (7476) de control de carga inicial del dígito y de unas compuertas adicionales. En el circuito de entrada se usan redes de atenuación (para acoplar el voltaje del circuito de control con el del TTL) y un par de multivibradores monoestables (74123) para conformar los pulsos. En el circuito de salida se usa un multivibrador biestable (7476) y una compuerta especial (7401) de colector abierto para acoplar el voltaje TTL con el del equipo de control.

El Atenuador de Entrada. Dado que los tres pulsos de entrada provienen del equipo de control (-12 a $0V$) fué preciso colocar las resistencias R1 y R2 en serie como red atenuadora para reducir el voltaje de los pulsos al valor requerido de 0 a $+5V$. Al estar inactiva la señal de entrada ($a-12$), la corrien-

te en las resistencias es casi nula, entregándose así un voltaje de casi cero voltios al circuito (nivel lógico *cero*). Cuando la señal se presenta activa (a 0V) existe una corriente de -12 a 0V en las resistencias, entregándose así un voltaje de casi +5V al circuito (nivel lógico *uno*). Se utilizaron multivibradores monoestables sólo en las dos señales dinámicas en las que la duración y forma del pulso puede llegar a ser crítica.

El Reinicio. Cuando este pulso se presenta activo, pasa por la compuerta "O" (7432, contacto 4) hacia el inversor (7404, contacto 5), saliendo del contacto 6 a un nivel lógico *cero*, reiniciando al multivibrador biestable de salida (7476). Por otro lado llega como un *uno* al contacto 1 del inversor (7404), dando un *cero* a la salida, que aplicado al contacto 2 del multivibrador biestable (7476), lo reinicia.

El mismo pulso llega también a los registros de desplazamiento (74164, contacto 9) y los reinicia simultáneamente, lo que garantiza que no exista inicialmente ningún dígito en *uno* en dichos registros. Al reiniciar el multivibrador biestable (7476) de salida se tiene bloqueada la compuerta "Y" (en su contacto 3), lo que impide que salgan pulsos del circuito. Al iniciar el multivibrador biestable de entrada (7476), existe un *uno* lógico en su contacto 15, que después de la compuerta "O" (7432 contactos 1 y 3), prepara la carga del primer dígito en *uno* en los registros de desplazamiento (74164, contactos 1 y 2). Esta condición prevalece mientras no se presente el primer pulso del reloj.

El Reloj. Al presentarse el primer pulso aparece un *uno* lógico en los contactos 11 y 13 de la compuerta "O" (7432). Este cambio provoca el disparo del multivibrador monoestable (74123). El mismo pulso se aplica simultáneamente a los cuatro registros de desplazamiento (74164, contacto 8), lo que causa que éstos, en forma interna, desplacen secuencialmente sus dígitos binarios y que memoricen el estado del primer dígito según sus entradas 1 y 2. Como al llegar el primer pulso del reloj los contactos 1 y 2 del primer registro de desplazamiento están en *uno* debido al estado del multivibrador biestable de entrada, este *uno* es memorizado y presentado como un *uno* en el contacto 3 de salida del primer registro de desplazamiento.

Al mantener este contacto en *uno* suceden dos cosas: primero, se inicia de inmediato el multivibrador biestable de salida, via el inversor (contactos 3 y 4) y, segundo, se reinicia simultáneamente el multivibrador biestable de entrada. Al reiniciar este multivibrador se bloquea uno de los dos posibles caminos (compuerta "O", contacto 1) para cargar el primer dígito con un *uno* y este primer multivibrador no cambiará hasta que se le aplique un nuevo pulso de reinicio. Al iniciarse el multivibrador biestable de salida, se habilita la compuerta de salida (7401, contacto 3), dando a partir de ese momento, la probabilidad de la generación de un pulso de salida.

El desplazamiento del dígito continúa conforme se vayan recibiendo los pulsos del reloj. El dígito desplazado no se perderá ya que existe retroalimentación por el contacto 13 de salida del último registro de desplazamiento y de la compuerta "O" (contactos 2 y 3). De esta manera se puede continuar

el ciclo en forma indefinida. El multivibrador biestable de salida no cambiará su estado a menos que reciba un pulso de reinicio en su contacto 8; pulso que lo proporcionará el mismo dígito al desplazarse mediante un puente que se coloque de la posición elegida del registro de desplazamiento al contacto 5 de la compuerta "O". Este pulso después de pasar por el inversor (7404, contactos 5 y 6), dará el *cero* requerido.

El Final del Ciclo. Este es un pulso que cuando se presenta debe ser *uno* lógico para disparar al multivibrador monoestable (74123) que generará otro pequeño pulso positivo en su contacto número 5.

Si la compuerta de salida está bloqueada por estar reiniciado el multivibrador biestable de salida, éste será un pulso que se ignore. La compuerta "Y" (7401) por ser de colector abierto presenta una impedancia casi infinita en su salida, dejando su contacto 1 flotando. En este estado no hay corriente por la resistencia R7, por lo que la línea de salida toma un voltaje de 0V. Si el multivibrador biestable de salida está iniciado, se generará un pulso negativo a la salida del circuito ya que en estas condiciones la compuerta en su contacto 1 genera un voltaje de -12V (obtenido del contacto 7) a través de su circuito interno.

El generador se usó en un experimento, siete horas diarias, durante un periodo de 350 días. El aparato funcionó adecuadamente durante este tiempo. La Figura 1 muestra el resultado de una prueba donde se compararon los valores p predichos contra los generados por el circuito.

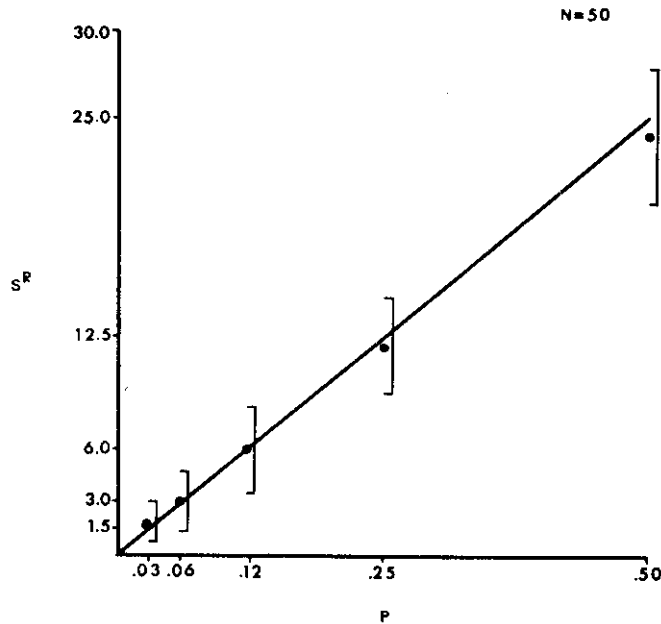


Fig. 1. Número de reforzadores obtenidos (puntos) y predichos (diagonal) en función de la probabilidad programada. Cada punto se muestra como la media y \pm una desviación estándar de treinta sesiones experimentales donde el generador de probabilidad fue activado cincuenta veces.

La Tabla 1 muestra la lista de componentes y la Figura 2, un diagrama del circuito del generador.

TABLA I

LISTA DE COMPONENTES

R1	Resistencia de carbón de 620 Ohms 1/2 Watt	3
R2	Resistencia de carbón de 330 Ohms 1/2 Watt	5
R3	Resistencia de carbón de 3.9 KOhms 1/2 Watt	1
R4	Resistencia de carbón de 2.2 KOhms 1/2 Watt	1
R5	Resistencia de carbón de 2.2 KOhms 1/2 Watt	1
R6	Resistencia de carbón de 1 KOhms 1/2 Watt	1
R7	Resistencia de alambre de 33 Ohms 10 Watt	1
C1	Capacitor de cerámica de 28 P.F.	1
C2	Capacitor de cerámica de 28 P.F.	1
D1	Diodo emisor de luz roja de 4V	1
CI1	Inversor TTL 7404	1
CI2	Compuerta "O" TTL 7432	1
CI3	Multivibrador Monoestable TTL 74123	1
CI4	Multivibrador Biestable TTL 7476	1
CI5	Registro de Desplazamiento TTL 74164	4
CI6	Compuerta "Y" de Colector Abierto TTL 7401	1

Costo aproximado: 700.00 pesos.

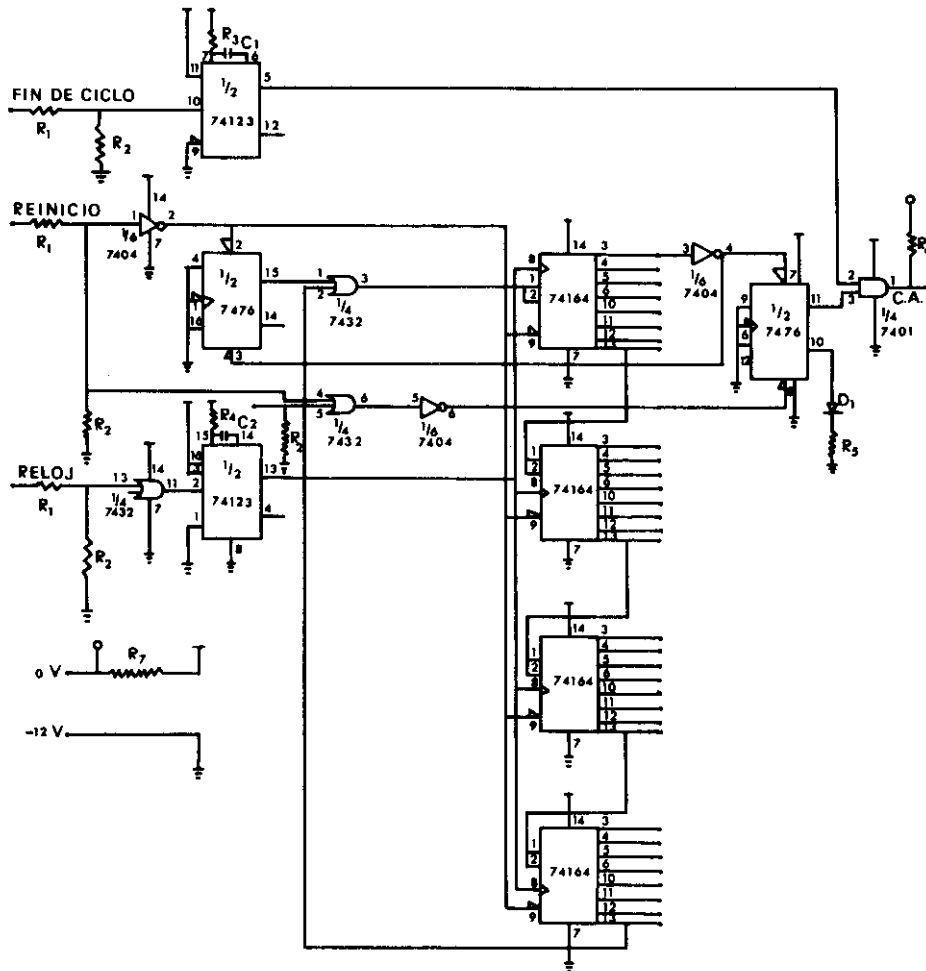


Fig. 2. Muestra el esquemático del circuito descrito en el texto y que fue empleado como generador de probabilidades. Los tres atenuadores R_1 , R_2 , y R_7 deberán eliminarse si éste es conectado a una fuente de 0, +5V.

REFERENCIAS

- Clark, F.C., Hull, L.D. The generation of random interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 8, 131-133.
- Evra, G., *An investigation of some influences of stimulus control and reinforcer contingency on behavior*. Tesis Doctoral inédita, City University of New York, 1974. Ann Arbor, Michigan: University Microfilms, Núm. 75-1173.