# Examen 3

Una compañía que vende un solo producto quiere decidir cuántos artículos debe tener en inventario para cada uno de los próximos $n$ meses. Los tiempos entre una venta y otra tienen una distribución exponencial con media de 0.1 meses. La cantidad de productos demandados en cada venta tienen una distribución con las siguientes probabilidades:

$$D = \begin{cases} 1 & c/prob. \quad 1/6 \\ 2 & c/prob. \quad 1/3 \\ 3 & c/prob. \quad 1/3 \\ 4 & c/prob. \quad 1/6 \end{cases}$$

Al principio de cada mes, la compañía revisa el nivel de inventario y decide cuántos artículos ordenar a su proveedor. Si la compañía ordena $Z$ artículos, debe pagar $K + iZ$, donde $i = \$3$ y $K = \$32$, es decir que hace un pago fijo de \$32 y un pago extra de \$3 por cada artículo. El tiempo que tarda el proveedor en entregar la orden (tiempo de entrega) tiene una distribución uniforme entre 0.5 y 1 meses. La compañía usa la siguiente política para hacer sus ordenes:

$$Z = \begin{cases} 0 & , si \quad s \leq I \leq S \\ S - I & , si \quad I < s \end{cases}$$

Donde $I$ es el nivel del inventario al principio del mes, $S$ es el número máximo de productos que puede haber en el inventario y $s$ el mínimo que pude haber sin que se ordenen más al proveedor.

Cuando ocurre una demanda se satisface de inmediato si hay suficientes productos en el inventario, si no hay suficientes, se espera hasta que el proveedor entregue más productos. Cuando ocurre una demanda y no hay suficientes productos, el nivel de inventario $I$ se actualiza con un valor negativo igual a $I - D$. Cuando el proveedor entrega los productos, se surten las demandas pendientes (todas las que sea posible) y el resto se agrega al inventario (si es que sobran). A partir de lo anterior definimos $I(t)$ como el nivel del inventario en el tiempo $t$ (puede ser positivo, negativo o cero), $I^+(t) = I(t)$ si $I(t)$ es mayor o igual que cero y $I^-(t) = |I(t)|$ si $I(t)$ es negativo, ver la Figura 1.28.

Considerando que a la compañía le cuesta $h = \$1$ por mes, el mantenimiento por cada artículo en el inventario ($I(t) \geq 0$), el costo promedio de mantenimiento por mes es $h\overline{I}^+$ donde:

$$\overline{I}^+ = \frac{\int_0^n I^+(t)dt}{n}$$

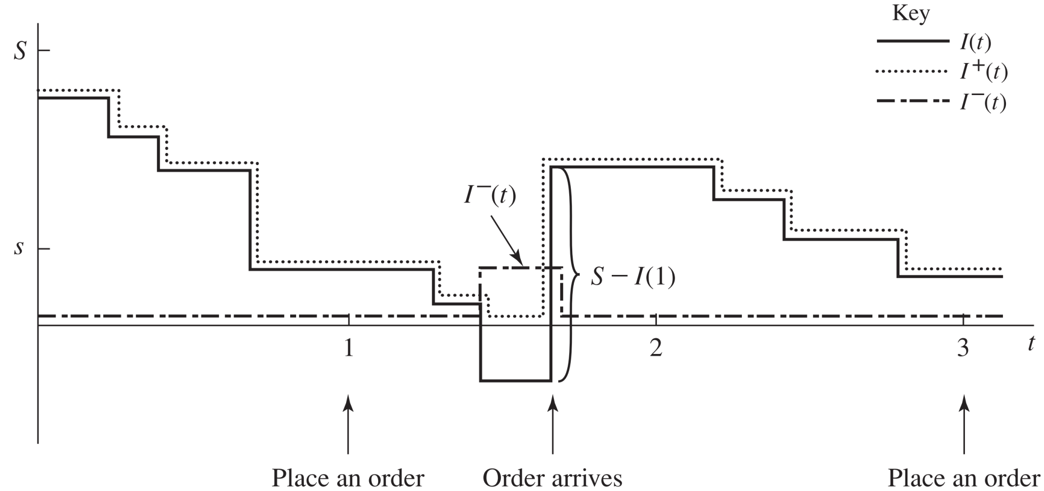


**FIGURE 1.28**
A realization of $I(t)$, $I^+(t)$, and $I^-(t)$ over time.

Y de manera similar, $\pi = \$5$ por mes, por cada artículo demandado y no surtido por falta de inventario ($I(t) < 0$), el costo promedio de escasez por mes es $\pi \overline{I}^-$ donde:

$$\overline{I}^- = \frac{\int_0^n I^-(t)dt}{n}$$

Suponga que el inventario inicial es $I(0) = 60$ y que no hay ninguna orden pendiente a recibir del proveedor. Simular el sistema de inventario para $N = 120$ meses y utilizar el costo total promedio por mes (costo total promedio por mes $(\overline{C}_t)$ = suma de los costos promedio por mes de ordenes $(\overline{C}_o)$, de mantenimiento $(\overline{C}_m)$ y de escasez $(\overline{C}_e)$) para comparar las siguientes políticas de inventario:

| **s** | 20 | 20 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | 60 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **S** | 40 | 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 100 | 80 | 100 |

# Para entregar

1. Programa de simulación en el lenguaje que desee, de preferencia Python.
2. Documento con cuatro secciones, lo más breve posible sin perder claridad, que explique:
   - Las consideraciones hechas para el diseño del programa (modelo de simulación): cuales son las variables de estado, cuales son los eventos, descripción de las distribuciones, cómo avanza el tiempo, etc.
   - El funcionamiento del programa: Descripción (algoritmos o pseudocódigo) de módulos (por ejemplo los módulos que generan números o variables aleatorias).
   - Los resultados: Una tabla con las columnas $(s,S)$, $\overline{C}_t$, $\overline{C}_o$, $\overline{C}_m$, $\overline{C}_e$.
   - Contestar la pregunta: ¿Qué política es la mejor?.