

# Programación matemática- Programación dinámica - Modelo de reemplazo de equipo - Ejercicio

Tobias Briones

Agosto 2019

## 1. Ejercicio

Una empresa de TI utiliza ordenadores de escritorio de negocios (Dell Optiplex) para su oficina donde operan programadores que dan servicio técnico al sitio web de la empresa. Al ser ordenadores de negocios y recertificados y al quedarse con hardware viejo sin posibilidades de actualización es necesario reemplazarlo a lo sumo cada 5 años para tener poder de procesamiento adecuado a los requerimientos de los programadores. La empresa mantendrá este modelo de equipo por los siguientes 15 años y todas las computadoras actuales tienen 1 año de edad. Se estima que como cada PC se deprecia con los años entonces el precio de un PC potente ahora es casi el mismo de uno del futuro, el presupuesto base es de \$700 por equipo y se deberá comprar la mejor opción disponible y moderna con ese presupuesto cuando sea necesario. Al ser computadoras, a cualquier edad dan un beneficio de \$3600 al año cada una. Los costos de mantenimiento y de venta se dan en la siguiente tabla:

| Edad | Costo de operación | Valor de venta |
|------|--------------------|----------------|
| 0    | 260                | -1             |
| 1    | 260                | 450            |
| 2    | 320                | 380            |
| 3    | 260                | 320            |
| 4    | 320                | 300            |
| 5    | 320                | 250            |

Calcular las opciones óptimas de reemplazo de equipo para los años de decisión.

### *Solución*

Para resolver el problema se utilizará el software libre Machine Replacement Model.

Primero ingresamos los datos iniciales que da el problema. Estos son la cantidad de años de decisión a analizar, la edad máxima que puede tener una computadora, la edad actual de la computadora y el precio al proveer un computadora nueva (recertificada).

**Machine replacement model**

This app's model is based upon the model defined on "Investigación de operaciones" 7th edition Hamdy A. Taha chapter 10.3.3

Number of decision years: 15

Maximum machine age in years: 5

Initial machine age in years: 1

New machine's price in dollars: 700

[Next](#)

Operations research - Machine replacement  
© 2019 Tobias Briones [GitHub](#)

Figura 1: Datos iniciales en Machine Replacement Model

Luego se ingresa la información restante

| Time t (years) | Income (\$) | Operation cost (\$) | Selling revenue (\$) |
|----------------|-------------|---------------------|----------------------|
| 0              | 3600        | 260                 | -1                   |
| 1              | 3600        | 260                 | 450                  |
| 2              | 3600        | 320                 | 380                  |
| 3              | 3600        | 260                 | 320                  |
| 4              | 3600        | 320                 | 300                  |
| 5              | 3600        | 320                 | 250                  |

[Solve](#)

Figura 2: Datos siguientes en Machine Replacement Model

Al precionar "Solve" se mostrará la solución completa del problema aplicando el modelo de reposición de equipo. A continuación solo se mostrará las etapas (años de decisión) y el resultado en concreto.

| STAGE 15 |      |      |      |          |
|----------|------|------|------|----------|
| t        | K    | R    | max  | Decision |
| 1        | 3720 | 3540 | 3720 | K        |
| 2        | 3600 | 3470 | 3600 | K        |
| 3        | 3640 | 3410 | 3640 | K        |
| 4        | 3530 | 3390 | 3530 | K        |
| 5        | -1   | 3340 | 3340 | R        |
| STAGE 14 |      |      |      |          |
| t        | K    | R    | max  | Decision |
| 1        | 6940 | 6810 | 6940 | K        |
| 2        | 6920 | 6740 | 6920 | K        |
| 3        | 6870 | 6680 | 6870 | K        |
| 4        | 6620 | 6660 | 6660 | R        |
| 5        | -1   | 6610 | 6610 | R        |

Figura 3: Resultados en Machine Replacement Model

**STAGE 13**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 10260 | 10030 | 10260 | K        |
| 2 | 10150 | 9960  | 10150 | K        |
| 3 | 10000 | 9900  | 10000 | K        |
| 4 | 9890  | 9880  | 9890  | K        |
| 5 | -1    | 9830  | 9830  | R        |

**STAGE 12**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 13490 | 13350 | 13490 | K        |
| 2 | 13280 | 13280 | 13280 | K or R   |
| 3 | 13230 | 13220 | 13230 | K        |
| 4 | 13110 | 13200 | 13200 | R        |
| 5 | -1    | 13150 | 13150 | R        |

Figura 4: Resultados en Machine Replacement Model

**STAGE 11**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 16620 | 16580 | 16620 | K        |
| 2 | 16510 | 16510 | 16510 | K or R   |
| 3 | 16540 | 16450 | 16540 | K        |
| 4 | 16430 | 16430 | 16430 | K or R   |
| 5 | -1    | 16380 | 16380 | R        |

**STAGE 10**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 19850 | 19710 | 19850 | K        |
| 2 | 19820 | 19640 | 19820 | K        |
| 3 | 19770 | 19580 | 19770 | K        |
| 4 | 19660 | 19560 | 19660 | K        |
| 5 | -1    | 19510 | 19510 | R        |

Figura 5: Resultados en Machine Replacement Model

**STAGE 9**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 23160 | 22940 | 23160 | K        |
| 2 | 23050 | 22870 | 23050 | K        |
| 3 | 23000 | 22810 | 23000 | K        |
| 4 | 22790 | 22790 | 22790 | K or R   |
| 5 | -1    | 22740 | 22740 | R        |

**STAGE 8**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 26390 | 26250 | 26390 | K        |
| 2 | 26280 | 26180 | 26280 | K        |
| 3 | 26130 | 26120 | 26130 | K        |
| 4 | 26020 | 26100 | 26100 | R        |
| 5 | -1    | 26050 | 26050 | R        |

Figura 6: Resultados en Machine Replacement Model

**STAGE 7**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 29620 | 29480 | 29620 | K        |
| 2 | 29410 | 29410 | 29410 | K or R   |
| 3 | 29440 | 29350 | 29440 | K        |
| 4 | 29330 | 29330 | 29330 | K or R   |
| 5 | -1    | 29280 | 29280 | R        |

**STAGE 6**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 32750 | 32710 | 32750 | K        |
| 2 | 32720 | 32640 | 32720 | K        |
| 3 | 32670 | 32580 | 32670 | K        |
| 4 | 32560 | 32560 | 32560 | K or R   |
| 5 | -1    | 32510 | 32510 | R        |

Figura 7: Resultados en Machine Replacement Model

**STAGE 5**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 36060 | 35840 | 36060 | K        |
| 2 | 35950 | 35770 | 35950 | K        |
| 3 | 35900 | 35710 | 35900 | K        |
| 4 | 35790 | 35690 | 35790 | K        |
| 5 | -1    | 35640 | 35640 | R        |

**STAGE 4**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 39290 | 39150 | 39290 | K        |
| 2 | 39180 | 39080 | 39180 | K        |
| 3 | 39130 | 39020 | 39130 | K        |
| 4 | 38920 | 39000 | 39000 | R        |

Figura 8: Resultados en Machine Replacement Model



**STAGE 3**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 42520 | 42380 | 42520 | K        |
| 2 | 42410 | 42310 | 42410 | K        |
| 3 | 42340 | 42250 | 42340 | K        |

**STAGE 2**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 45750 | 45610 | 45750 | K        |
| 2 | 45620 | 45540 | 45620 | K        |

**STAGE 1**

| t | K     | R     | max   | Decision |
|---|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 48960 | 48840 | 48960 | K        |

Figura 9: Resultados en Machine Replacement Model

El resultado del problema a continuación

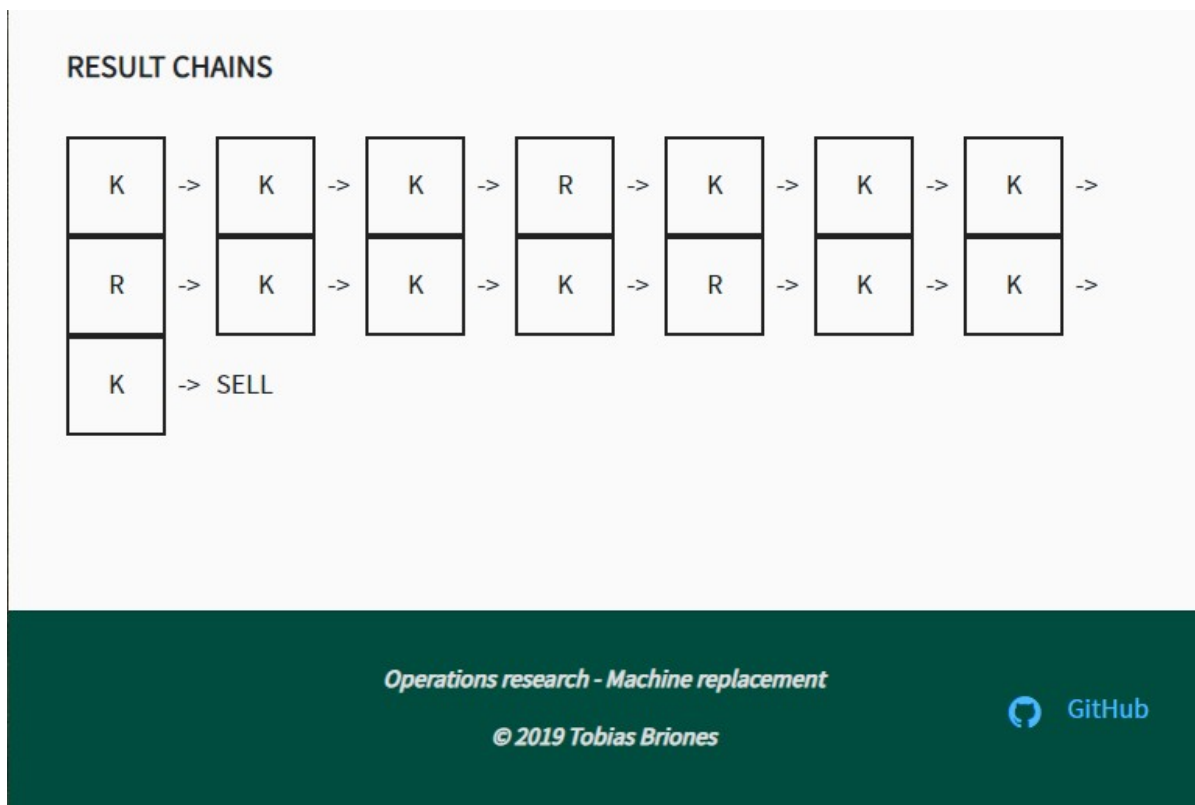


Figura 10: Resultados en Machine Replacement Model

Las cadenas indican la acción a tomar en cada año de decisión,  $K$  para conservar o  $R$  para reemplazar, de esa forma hasta terminar todos los años de decisión. Así se debe seguir que hay que conservar las computadoras en el año 1, 2 y 3, luego se reemplaza y así sucesivamente. En las etapas donde la decisión es  $K$  or  $R$  da igual cual de las dos tomar y se ramifica al final; en este caso en la solución no se pasó por ninguna de tipo  $K$  or  $R$  y por tanto solo hay una única cadena como camino por tomar.

Interpretación de resultados: Las computadoras deben ser reemplazadas cada tres años.