**U.B.A. FACULTAD DE INGENIERÍA**

**75.26 - Simulación**

Trabajo Práctico

*“Venta de Piezas de Bronce”*

1er cuatrimestre de 2015

Docente a cargo: Horacio Rocca

Jefe de TP: Pablo Cadoche

Ayudante asignado:   Pablo Cadoche

**Grupo N° 3**

Integrantes:

Florencia Rupcic (94.525)

*florencia441@hotmail.com*

Federico Martin Rossi (92.086)

*federicomrossi@gmail.com*

**Índice**

**1   Enunciado                                     2**

**2   Implementación de la solución                                     4**

**3   Reporte de SNAKE y análisis del mismo                        7**

**4   Análisis de Resultados                      12**

4.1    Primera Alternativa                                     12

4.2    Segunda Alternativa 14

4.3    Tercera Alternativa                                  15

4.4 Cuarta Alternativa 16

4.5 Quinta Alternativa 18

**5  Conclusión                                             21**

**1.    Enunciado**

Se desea simular el funcionamiento de una empresa que vende piezas de bronce para la industria, durante un día. A la misma arriban clientes cada 7 +/- 5 minutos.

Cada cliente es atendido en el mostrador por un empleado que le toma el pedido, el cual luego se prepara (hay 2 personas para ello: se elige uno u otro en forma indistinta), y después otra persona lo factura.

Hay otro empleado, telefonista, que atiende los llamados telefónicos, los cuales se producen cada 10 +/- 6 minutos, y la mitad de esos llamados son pedidos, que el telefonista le pasa a cualquier empleado desocupado (o sea: a los que preparan los pedidos o al que los toma en el mostrador), los llamados tienen mayor prioridad que los pedidos en mostrador, y el tiempo en tomarlos se indica en la tabla, y son preparados y facturados como el resto (por los otros empleados, igual que los de mostrador). El resto de los llamados telefónicos mantienen ocupado a otra persona por 2 +/- 1 minuto, pero no son pedidos (y esa persona no forma parte del sistema). Hay una única línea de teléfono, que se mantiene ocupada el tiempo que el telefonista atiende más el que tardan en tomar el pedido (o los 2+/-1 min. si no es un pedido). Mientras la línea está ocupada los llamados que llegan se pierden (*si no saben hacerlo consulten con su ayudante cómo simularlo*).

La cantidad de Productos de cada pedido varía del siguiente modo:

* De 1 a 12 Productos: 60 %
* De 13 a 20 Productos: 35 % (“hasta 20”)
* De 21 a 100 Productos: 5 % (“hasta 100”)

*(Sugerencia: defina una función continua de 4 puntos, el primer par sería 0,1 y el último 1,101)*

La cantidad de total de Piezas de cada pedido sigue esta distribución:

* De 1 a 20 piezas: 14 %
* Hasta 50 piezas: 17 %
* Hasta 200 piezas: 22 %
* Hasta 500 piezas: 29 %
* Hasta 2000 piezas: 17 %
* Hasta 15000 piezas: 1 %

*(Sugerencia: defina una función continua de 7 puntos, el primer par sería 0,1 y el último 1,15001)*

El tiempo empleado en cada pedido es el siguiente:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tomar el pedido** | | **Preparar el pedido** | **Facturar** |
| **En mostrador** | **Por teléfono** | **el pedido** |
| 2+/-1 minuto + | 3 +/- 1 minuto + | 5 +/- 2 minutos + | 120 +/- 30 seg + |
| 10 +/-2 seg por | 7+/- 2 seg por | 5 +/- 2 seg por cada producto + | 5 +/- 2 seg por |
| cada producto | cada producto | (3 +/- 1 seg) por cada 20 piezas | cada producto |

Esto significa que para preparar (es un ejemplo) un pedido que fue tomado en el mostrador, por 10 Productos y un total de 2505 piezas, los tiempos serían:

*Tomar: 2 +/- 1 minuto + 10 \* (10 +/- 2) segundos*

*Preparar: 5 +/- 2 minuto + 10 \* (5 +/- 2) seg + 2505 / 20 [=126, redondear hacia arriba] \* (3 +/- 1) seg*

*Facturar: 120 +/- 30 seg + 10 \* (5 +/- 2) segundos*

Tabular:

* El tiempo total para preparar el pedido.
* La cantidad de pedidos sin terminar cada 15 minutos. Se considera terminado después de facturar.
* La cantidad de pedidos sin terminar cuando se termina de tomar uno.
* La cantidad de pedidos sin terminar al terminar de despachar cada uno (una vez facturado).

1. Simular de 8 a 18 horas.
2. Genere el reporte SNAKE del modelo del punto 1, junto con un análisis del mismo.
3. Detalle cuáles son los principales inconvenientes que se visualizan al analizar los resultados de la simulación. ¿En qué datos se basa para llegar a esa conclusión?. Explique qué factores pueden haber influido para que se produzcan los inconvenientes mencionados.
4. Proponga 5 alternativas que mejoren los problemas detectados en el punto anterior. *Opción: puede hacer que los 2 empleados que preparan pedidos sean los mismos que toman los pedidos (interrumpen la preparación, toman el pedido, continúan).* Para cada una de estas alternativas:
   1. Explique por qué debería mejorar el problema.
   2. Muestre **sólo** la porción de código GPSS que se debe modificar.
   3. Ejecute una corrida, y muestre **sólo** la parte del reporte involucrada en el problema. Determine si finalmente se mejoró o no el inconveniente detectado.
   4. Analice si al aplicar la mejora aparecieron otros problemas. En caso afirmativo, explique cuáles y detalle **sólo** la parte del reporte involucrado en el nuevo inconveniente.
5. De las 5 alternativas planteadas, y dados los resultados, determine cuál es la más conveniente. Explique por qué tomó esa decisión.

**2.    Implementación de la solución**

A continuación, se muestra el código fuente de la implementación de la solución que resuelve la situación planteada en la *Sección 1.* Esta fue realizada con SNAKE.

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54  55  56  57  58  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  72  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85  86  87  88  89  90  91  92  93  94  95  96  97  98  99  100  101  102  103  104  105  106  107  108  109  110  111  112  113  114  115  116  117  118  119  120  121  122  123  124  125  126  127  128  129  130  131  132  133  134  135  136  137  138  139  140  141  142  143  144  145  146  147  148  149  150  151  152  153  154  155  156  157 | ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* TABLES Y QTABLES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    TABLA1 TABLE MP8,180,30,30 ;TIEMPO TOTAL PARA PREPARAR EL PEDIDO    ;TABLAS QUE SENSAN LA CANTIDAD DE PEDIDOS SIN TERMINAR    TABLA2 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;CADA 15M  TABLA3 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;CUANDO SE TERMINA DE TOMAR UNO  TABLA4 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;AL TERMINAR DE DESPACHAR CADA UNO    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* STORAGES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    PREPARAR STORAGE 2 ;EMPLEADOS DEL SECTOR DE PREPARACION  SPEDIDOS STORAGE 30000 ;CANTIDAD DE PEDIDOS EN CURSO    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* VARIABLES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    LOOPPIEZAS VARIABLE (P$AUXPIEZAS+19)/20 ;CALCULA CANTIDAD DE GRUPOS DE 20  ;PIEZAS    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* FUNCIONES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    CANTPRODUCTOS FUNCTION RN3,C4  0,1/0.6,12/0.95,20/1,101    CANTPIEZAS FUNCTION RN4,C7  0,1/0.14,20/0.31,50/0.53,200/0.82,500/0.99,2000/1,15001    FINPEDIDO FUNCTION P$TIPO,D2  0,PREPARA/1,COLGAR    MEDIATOMAR FUNCTION P$TIPO,D2  0,120/1,180    MEDIAPRODUCTO FUNCTION P$TIPO,D2  0,10/1,7    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* RELOJ EN EL HORARIO DE 8 A 18 \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    GENERATE 3600 ;START 10 - SON DIEZ HORAS SIMULADAS  TERMINATE 1    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* SUBSISTEMA TABULACION \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    GENERATE 900 ;15 MINUTOS  TABULATE TABLA2 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CADA 15 MIN.  TERMINATE    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* SUBSISTEMA A SIMULAR \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    GENERATE 420,300 ;ARRIBO DE PERSONAS  ASSIGN TIPO,0 ;ESTABLECE QUE ES DE TIPO PERSONAL  ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS ;CANTIDAD DE PRODUCTOS A SOLICITAR  ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS ;CANTIDAD DE PIEZAS A SOLICITAR  ENTER SPEDIDOS ;SUMA UN PEDIDO NUEVO PARA TERMINAR    ;SE TOMA EL PEDIDO    MOSTRADOR QUEUE 2 ;2 IDENTIFICA AL EMPLEADO DEL  ;MOSTRADOR  SEIZE 2  DEPART 2  AVANZAMOST ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 ;TIEMPO QUE TARDAN EN TOMAR EL PEDIDO  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS  PORPROD ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2 ;TIEMPO QUE TOMA POR PRODUCTO  LOOP AUXPROD,PORPROD  RELEASE 2  TABULATE TABLA3 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CUANDO  ;SE TERMINA DE TOMAR UNO  TRANSFER ,FN$FINPEDIDO ;AVANZA DEPENDIENDO DEL TIPO DE  ;PEDIDO    ;SE PREPARA EL PEDIDO    PREPARA QUEUE PREPARAR ;ESPERA A SER PREPARADO POR ALGUNO  ;DE LOS DOS EMPLEADOS  ENTER PREPARAR  DEPART PREPARAR  AVANZAPREP MARK 8 ;INICIA CONTEO DE TIEMPO DE PREPARACION DE PEDIDO  ADVANCE 300,120 ;TIEMPO QUE TARDAN EN PREPARAR EL  ;PEDIDO  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS  OTROPROD ADVANCE 5,2 ;TIEMPO QUE TARDA POR PRODUCTO  LOOP AUXPROD,OTROPROD  ASSIGN AUXPIEZAS,P$PIEZAS ;CANTIDAD DE PIEZAS DEL PEDIDO  ASSIGN GRUPOPIEZAS,V$LOOPPIEZAS ;CANTIDAD DE GRUPOS DE 20 DE LAS PIEZAS  OTRAPIEZ ADVANCE 3,1 ;TIEMPO QUE TARDA POR CONJUNTO DE 20  ;PIEZAS  LOOP GRUPOPIEZAS,OTRAPIEZ  TABULATE TABLA1  LEAVE PREPARAR    ;SE FACTURA EL PEDIDO    QUEUE FACTURAR ;ESPERA A QUE SEA FACTURADO EL PEDIDO  SEIZE FACTURAR  DEPART FACTURAR  ADVANCE 120,30 ;TIEMPO QUE TARDA EN FACTURAR  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS  OTRAFAC ADVANCE 5,2 ;TIEMPO QUE TARDA POR PRODUCTO  LOOP AUXPROD,OTRAFAC  RELEASE FACTURAR  LEAVE SPEDIDOS ;EL PEDIDO SE CONSIDERA CONCRETADO  TABULATE TABLA4 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS AL  ;TERMINAR DE DESPACHAR UNO  RETIRARSE TERMINATE      ;SUBSISTEMA DE LLAMADOS TELEFONICOS    GENERATE 600,360,,,10 ;ARRIBO DE LLAMADOS TELEFONICOS  ASSIGN TIPO,1 ;ESTABLECE QUE ES DE TIPO TELEFONICO  SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO ;SI EL TELEFONO DA OCUPADO, TERMINA  SEIZE \*5  TRANSFER 0.5,,NOPEDIDO ;SOLO LA MITAD DE LOS LLAMADOS SON  ;PEDIDOS  ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS ;CANTIDAD DE PRODUCTOS A SOLICITAR  ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS ;CANTIDAD DE PIEZAS A SOLICITAR    ;PASAMOS PEDIDO A CUALQUIER EMPLEADO DESOCUPADO DEL MOSTRADOR O DE PEDIDOS    ENTER SPEDIDOS  QUEUE LLAMADOS ;LLAMADO ESPERA A QUE SEA ATENDIDO  SELECT NU A,2,2,,,MOSTOCUPADO ;SENSA SI EL MOSTRADOR ESTA LIBRE  SEIZE 2 ;TOMA AL PERSONAL DEL MOSTRADOR  DEPART LLAMADOS ;SE DEJA LA COLA UNA VEZ QUE TOMARON  ;SU PEDIDO  TRANSFER ,AVANZAMOST    MOSTOCUPADO ENTER PREPARAR ;ATIENDE PERSONAL DE PREPARACION  DEPART LLAMADOS ;SE DEJA LA COLA UNA VEZ QUE TOMARON  ;SU PEDIDO  ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 ;TIEMPO QUE TARDA EN TOMAR EL PEDIDO  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS ;TIEMPO QUE TARDA EN TOMAR CADA  ;PRODUCTO  PORPROD1 ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2  LOOP AUXPROD,PORPROD1  RELEASE \*5  TABULATE TABLA3 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CUANDO  ;SE TERMINA DE TOMAR UNO  TRANSFER ,AVANZAPREP ;AVANZA PARA QUE ARMEN EL PEDIDO    COLGAR RELEASE \*5 ;COLGAMOS EL TELÉFONO  TRANSFER ,PREPARA ;SE VA A PREPARAR EL PEDIDO TELEFÓNICO    NOPEDIDO ADVANCE 120,60 ;SE RESPONDE EL LLAMADO QUE NO ES UN  ;PEDIDO  RELEASE \*5 ;COLGAMOS EL TELÉFONO  TERMINATE    OCUPADO TERMINATE ;SI ESTÁ OCUPADO NO SE CONCRETA EL  ;LLAMADO |

**3.    Reporte de SNAKE y análisis del mismo**

Habiéndose ejecutado la implementación de la *Sección 2*, se ha obtenido el reporte que se muestra a continuación. Se incluye además el análisis correspondiente.

**REPORTE SNAKE**

**Información general**

START\_TIME END\_TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0 36000 73 3 2

**Bloques no ejecutables**

TABLA1 TABLE MP8,180,30,30 ;TIEMPO TOTAL PARA PREPARAR EL PEDIDO

TABLA2 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;CADA 15M

TABLA3 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;CUANDO SE TERMINA DE TOMAR UNO

TABLA4 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50 ;AL TERMINAR DE DESPACHAR CADA UNO

PREPARAR STORAGE 2 ;EMPLEADOS DEL SECTOR DE PREPARACION

SPEDIDOS STORAGE 30000 ;CANTIDAD DE PEDIDOS EN CURSO

LOOPPIEZAS VARIABLE (P$AUXPIEZAS+19)/20 ;CALCULA CANTIDAD DE GRUPOS DE 20 PIEZAS

CANTPRODUCTOS FUNCTION RN3,C4

0,1/0.6,12/0.95,20/1,101

CANTPIEZAS FUNCTION RN4,C7

0,1/0.14,20/0.31,50/0.53,200/0.82,500/0.99,2000/1,15001

FINPEDIDO FUNCTION P$TIPO,D2

0,PREPARA/1,COLGAR

MEDIATOMAR FUNCTION P$TIPO,D2

0,120/1,180

MEDIAPRODUCTO FUNCTION P$TIPO,D2

0,10/1,7

**Bloques ejecutables**

LINE LOC BLOCK\_TYPE ENTRY\_COUNT CURRENT\_COUNT RETRY

39 1 GENERATE 3600 10 0 0

40 2 TERMINATE 1 10 0 0

44 3 GENERATE 900 39 0 0

45 4 TABULATE TABLA2 39 0 0

46 5 TERMINATE 39 0 0

50 6 GENERATE 420,300 80 0 0

51 7 ASSIGN TIPO,0 80 0 0

52 8 ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS 80 0 0

53 9 ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS 80 0 0

54 10 ENTER SPEDIDOS 80 0 0

58 MOSTRADOR QUEUE 2 80 0 0

59 12 SEIZE 2 80 0 0

60 13 DEPART 2 80 0 0

61 AVANZAMOST ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 88 1 0

62 15 ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS 87 0 0

63 PORPROD ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2 1130 0 0

64 17 LOOP AUXPROD,PORPROD 1130 0 0

65 18 RELEASE 2 87 0 0

66 19 TABULATE TABLA3 87 0 0

67 20 TRANSFER ,FN$FINPEDIDO 87 0 0

71 PREPARA QUEUE PREPARAR 87 0 0

72 22 ENTER PREPARAR 87 0 0

73 23 DEPART PREPARAR 87 0 0

74 AVANZAPREP MARK 8 102 0 0

75 25 ADVANCE 300,120 102 1 0

76 26 ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS 101 0 0

77 OTROPROD ADVANCE 5,2 1239 0 0

78 28 LOOP AUXPROD,OTROPROD 1239 0 0

79 29 ASSIGN AUXPIEZAS,P$PIEZAS 101 0 0

80 30 ASSIGN GRUPOPIEZAS,V$LOOPPIEZAS 101 0 0

81 OTRAPIEZ ADVANCE 3,1 2992 0 0

82 32 LOOP GRUPOPIEZAS,OTRAPIEZ 2992 0 0

83 33 TABULATE TABLA1 101 0 0

84 34 LEAVE PREPARAR 101 0 0

88 35 QUEUE FACTURAR 101 0 0

89 36 SEIZE FACTURAR 101 0 0

90 37 DEPART FACTURAR 101 0 0

91 38 ADVANCE 120,30 101 1 0

92 39 ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS 100 0 0

93 OTRAFAC ADVANCE 5,2 1237 0 0

94 41 LOOP AUXPROD,OTRAFAC 1237 0 0

95 42 RELEASE FACTURAR 100 0 0

96 43 LEAVE SPEDIDOS 100 0 0

97 44 TABULATE TABLA4 100 0 0

98 RETIRARSE TERMINATE 100 0 0

103 46 GENERATE 600,360,,,10 56 0 0

104 47 ASSIGN TIPO,1 56 0 0

105 48 SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO 56 0 0

106 49 SEIZE \*5 53 0 0

107 50 TRANSFER 0.5,,NOPEDIDO 53 0 0

108 51 ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS 23 0 0

109 52 ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS 23 0 0

113 53 ENTER SPEDIDOS 23 0 0

114 54 QUEUE LLAMADOS 23 0 0

115 55 SELECT NU A,2,2,,,MOSTOCUPADO 23 0 0

116 56 SEIZE 2 8 0 0

117 57 DEPART LLAMADOS 8 0 0

118 58 TRANSFER ,AVANZAMOST 8 0 0

120 MOSTOCUPADO ENTER PREPARAR 15 0 0

121 60 DEPART LLAMADOS 15 0 0

122 61 ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 15 0 0

123 62 ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS 15 0 0

124 PORPROD1 ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2 115 0 0

125 64 LOOP AUXPROD,PORPROD1 115 0 0

126 65 RELEASE \*5 15 0 0

127 66 TABULATE TABLA3 15 0 0

128 67 TRANSFER ,AVANZAPREP 15 0 0

130 COLGAR RELEASE \*5 8 0 0

131 69 TRANSFER ,PREPARA 8 0 0

133 NOPEDIDO ADVANCE 120,60 30 0 0

134 71 RELEASE \*5 30 0 0

135 72 TERMINATE 30 0 0

137 OCUPADO TERMINATE 3 0 0

Al bloque AVANZAMOST llegaron 88 pedidos. Actualmente hay un pedido ejecutando el ADVANCE.

Al bloque AVANZAPREP llegaron 102 pedidos. Actualmente hay un pedido ejecutando el ADVANCE.

Ingresaron 101 pedidos para ser facturados (LOC 38), uno de los cuales está ejecutando el ADVANCE.

**Facilities**

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE\_TIME AVAILABLE OWNER PEND INTER RETRY DELAY

1 53 0,320 217,321 1 0 0 0 0 0

2 88 0,592 241,989 1 7 0 0 0 0

FACTURAR 101 0,504 179,772 1 1 0 0 0 0

El teléfono, definido como la *Facility 1*, trabajó un 32% de su tiempo. Se generaron en total 56 llamados. 3 de ellos ocurrieron cuando el teléfono estaba ocupado, 30 de ellos no fueron pedidos. El tiempo promedio para atender 53 llamadas fue de 217,321 segundos.

El mostrador, definido como la *Facility 2*, trabajó un 59,2% de su tiempo. Por él pasaron 80 clientes en persona y 8 pedidos telefónicos. El tiempo promedio de atención en el mostrador fue de 241,989 segundos. En el momento de la finalización de la simulación, un pedido estaba siendo tomado en el mostrador.

El empleado encargado de la facturación, definido como la *Facility FACTURAR*, trabajó un 50,4% de su tiempo. Se facturaron 101 pedidos, en un tiempo promedio de 179,772 segundos. En el momento de la finalización de la simulación, un pedido estaba siendo facturado.

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

2 3 0 80 52 0,191 85,738 244,964 0

FACTURAR 3 0 101 63 0,137 48,851 129,842 0

LLAMADOS 1 0 23 18 0,069 107,304 493,600 0

PREPARAR 5 0 87 46 0,605 250,287 531,098 0

En la *Cola 2*, la cual representa la cola que se generó en el mostrador, hubo un máximo de 3 personas. 80 clientes se pusieron en cola para que se tomara su pedido. De esos, hubo 52 clientes que el tiempo que estuvieron esperando fue cero. El contenido promedio de la cola fue de 0,191 personas y el tiempo promedio en cola de esas 80 personas fue de 85,738 segundos. Las 28 personas que hicieron la cola estuvieron 244,964 segundos en promedio en cola.

En la *Cola FACTURAR* hubo un máximo de 3 pedidos. Se facturaron 101 pedidos, de los cuales 63 no tuvieron que esperar en cola. Los 38 pedidos que hicieron cola tuvieron que esperar 129,842 segundos para ser facturados.

La *Cola PREPARAR* tuvo un máximo de 5 pedidos en ella. Pasaron 87 pedidos por allí, 46 de los cuales no tuvieron que hacer cola. Los 41 que sí tuvieron que hacer cola estuvieron esperando un tiempo promedio de 531,098.

**Storages**

STORAGE CAP. REMAIN. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

PREPARAR 2 1 0 2 102 1 1,364 0,682 0 0

SPEDIDOS 30000 29997 0 9 103 1 3,461 0,000 0 0

Actualmente hay 1 pedido siendo preparado en el *Storage PREPARAR*. Siempre estuvieron los dos empleados ocupados como máximo. La cantidad de pedidos que ingresaron a ser preparados fueron 102: 87 pedidos personales y 15 pedidos telefónicos. Este Storage trabajó un 68,2% de su tiempo.

En el *Storage SPEDIDOS* hay 3 pedidos en el momento. Como máximo hubo 9 pedidos.

**Tables**

TABLA1 TABLE MP8,180,30,30

MEDIA : 448,752

DESVIACION ESTANDAR : 273,274

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO FRECUENCIA % %ACUMULADO %REMANENTE

0 - 180 0 0,000 0,000 100,000

181 - 210 0 0,000 0,000 100,000

211 - 240 4 3,960 3,960 96,040

241 - 270 4 3,960 7,921 92,079

271 - 300 5 4,950 12,871 87,129

301 - 330 10 9,901 22,772 77,228

331 - 360 9 8,911 31,683 68,317

361 - 390 11 10,891 42,574 57,426

391 - 420 13 12,871 55,446 44,554

421 - 450 15 14,851 70,297 29,703

451 - 480 7 6,931 77,228 22,772

481 - 510 8 7,921 85,149 14,851

511 - 540 3 2,970 88,119 11,881

541 - 570 2 1,980 90,099 9,901

571 - 600 2 1,980 92,079 7,921

601 - 630 1 0,990 93,069 6,931

631 - 660 1 0,990 94,059 5,941

661 - 690 0 0,000 94,059 5,941

691 - 720 1 0,990 95,050 4,950

721 - 750 0 0,000 95,050 4,950

751 - 780 2 1,980 97,030 2,970

781 - 810 0 0,000 97,030 2,970

811 - 840 0 0,000 97,030 2,970

841 - 870 1 0,990 98,020 1,980

871 - 900 0 0,000 98,020 1,980

901 - 930 0 0,000 98,020 1,980

931 - 960 0 0,000 98,020 1,980

961 - 990 0 0,000 98,020 1,980

991 - 1020 0 0,000 98,020 1,980

1021 - Infinito 2 1,980 100,000 0,000

MEDIA OVERFLOW : 2163,500

DESVIACION ESTANDAR OVERFLOW : 434,871

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 101

VALOR MAXIMO TABULADO : 2471,000

TABLA2 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50

MEDIA : 3,564

DESVIACION ESTANDAR : 1,847

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO FRECUENCIA % %ACUMULADO %REMANENTE

0 - 1 5 12,821 12,821 87,179

2 - 2 5 12,821 25,641 74,359

3 - 3 12 30,769 56,410 43,590

4 - 4 9 23,077 79,487 20,513

5 - 5 1 2,564 82,051 17,949

6 - 6 4 10,256 92,308 7,692

7 - 7 2 5,128 97,436 2,564

8 - 8 0 0,000 97,436 2,564

9 - 9 1 2,564 100,000 0,000

Las frecuencias restantes (41) son todas cero.

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 39

VALOR MAXIMO TABULADO : 9,000

El *Storage SPEDIDOS* registró un máximo de 9 personas, lo cual coincide con el valor máximo detectado en esta simulación. El valor medio tabulado es 3,564 y el calculado en el Storage fue de 3,461.

TABLA3 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50

MEDIA : 3,971

DESVIACION ESTANDAR : 1,869

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO FRECUENCIA % %ACUMULADO %REMANENTE

0 - 1 4 3,922 3,922 96,078

2 - 2 22 21,569 25,490 74,510

3 - 3 20 19,608 45,098 54,902

4 - 4 24 23,529 68,627 31,373

5 - 5 11 10,784 79,412 20,588

6 - 6 8 7,843 87,255 12,745

7 - 7 6 5,882 93,137 6,863

8 - 8 7 6,863 100,000 0,000

Las frecuencias restantes (42) son todas cero.

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 102

VALOR MAXIMO TABULADO : 8,000

TABLA4 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50

MEDIA : 3,120

DESVIACION ESTANDAR : 1,783

CANTIDAD EN RETRY : 0

INTERVALO FRECUENCIA % %ACUMULADO %REMANENTE

0 - 1 19 19,000 19,000 81,000

2 - 2 24 24,000 43,000 57,000

3 - 3 22 22,000 65,000 35,000

4 - 4 17 17,000 82,000 18,000

5 - 5 6 6,000 88,000 12,000

6 - 6 5 5,000 93,000 7,000

7 - 7 5 5,000 98,000 2,000

8 - 8 2 2,000 100,000 0,000

Las frecuencias restantes (42) son todas cero.

CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 100

VALOR MAXIMO TABULADO : 8,000

**Cadena de eventos corrientes (CEC)**

CEC\_XACT\_NUMBER PRI M1 CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

11 0 0 0 3

**Cadena de eventos futuros (FEC)**

FEC\_XACT\_NUMBER PRI BDT CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

7 0 36021 14 15 TIPO 0

PRODUCTOS 7

PIEZAS 219

8 0 36062 25 26 TIPO 0

PRODUCTOS 6

PIEZAS 472

AUXPROD 0

8 35835

3 0 36088 0 6

1 0 36130 38 39 TIPO 0

PRODUCTOS 2

PIEZAS 41

AUXPROD 0

8 35594

AUXPIEZAS 41

GRUPOPIEZAS 0

5 10 36163 0 46

10 0 39600 0 1

Si la simulación continuara, el GPSS observaría que lo primero que hay para hacer en la FEC sucede en el instante 36015, por lo que posicionaría el reloj en esa hora, con lo que lo que era futuro es corriente. La transacción que está en el bloque 14 iría al 15.

**4.    Análisis de Resultados**

Tras el análisis realizado a partir del reporte SNAKE del modelo, se pudieron identificar algunos inconvenientes que podrían ser resueltos para asegurar una mejora en la atención del público y del sistema en general.

En la Facility 2, la cual representa al empleado que trabaja en el mostrador y toma los pedidos de los clientes (tanto personales como telefónicos), se registró un tiempo de uso promedio de 241,989 segundos. Este tiempo representa el tiempo de atención promedio de los pedidos, el cual se ve influenciado por la velocidad de atención del empleado. Si el pedido es telefónico, el empleado tarda 3 +/- 1 minutos en tomarlo, lo cual representa un tiempo mayor al que tarda en realizar los pedidos personales de 2 +/-1 minutos.

En cuanto a la Cola de la Facility 2, donde se contabilizan los pedidos personales, el tiempo promedio registrado fue de 244,964 segundos. Esto también se ve afectado por la velocidad de atención del empleado en el mostrador.

En la Facility 1, la cual representa la línea telefónica, se registraron 30 llamados (de los 53) que no son pedidos, los cuales consumen un tiempo de 2 +/- 1 minutos. Esto debería tenerse en consideración, pues el tiempo consumido inútilmente en la línea telefónica es demasiado, y esto impide la entrada de llamados que representen verdaderos pedidos.

La Cola del Storage PREPARAR tiene un tiempo de espera promedio de 531,098 segundos, tiempo que podría considerarse inaceptable si se espera que la atención sea eficiente. La razón por la cual el tiempo de espera en cola es el expuesto se debe a la velocidad de atención de los empleados, sumado al hecho de que la cantidad de piezas y productos por pedido pueden llegar a ser muy altas. El tiempo de preparado de un pedido es de 5 +/- 2 minutos, más un tiempo de 5 +/- 2 segundos por producto y 3 +/- 1 segundos por cada 20 piezas. La cantidad máxima de productos por pedido puede llegar a las 100 unidades, mientras que la cantidad máxima de piezas por pedido es de 15000 piezas. Si muchos de los pedidos contienen grandes cantidades, el tiempo que insume el preparado va a afectar el tiempo de espera en cola.

Otra razón que afecta el tiempo de espera en la Cola del Storage PREPARAR es que los empleados no solo deben encargarse de preparar el pedido, sino que hay ocasiones en las que también deberán tomarlo en el caso de que el empleado del mostrador esté ocupado y no pueda atender el teléfono.

**4.1. Primera alternativa**

El problema encontrado en la Cola de la Facility 2 es que el tiempo en cola es demasiado. Buscando reducir el tiempo promedio de espera de 244,964 segundos, se propone contratar a un nuevo empleado para el tomado de pedidos en el mostrador. Se imagina que, siendo dos los empleados atendiendo en el mostrador, el proceso se realizará de una forma mucho más rápida, reduciendo así el tiempo de espera en cola. De esta forma, la Facility 2 se reemplazó por un Storage ATENDER y se procedió a analizar los resultados obtenidos.

A continuación se muestran las modificaciones realizadas sobre el código fuente original para adaptarlo de acuerdo a la alternativa planteada (se han resaltado las líneas que se han agregado o modificado):

|  |  |
| --- | --- |
| 10  11  12  13  14  15  51  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  113  114  115  116  117  118  119  120  121  122  123  124  125  126  127  128  129  130  131  132 | ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* STORAGES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    PREPARAR STORAGE 2 ;EMPLEADOS DEL SECTOR DE PREPARACION  ATENDER STORAGE 2 ;EMPLEADOS DEL SECTOR DE MOSTRADOR  SPEDIDOS STORAGE 30000 ;CANTIDAD DE PEDIDOS EN CURSO  ...    ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* SUBSISTEMA A SIMULAR \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    ...    ;SE TOMA EL PEDIDO    MOSTRADOR QUEUE ATENDER  ENTER ATENDER  DEPART ATENDER  AVANZAMOST ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 ;TIEMPO QUE TARDAN EN TOMAR EL PEDIDO  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS  PORPROD ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2 ;TIEMPO QUE TOMA POR PRODUCTO  LOOP AUXPROD,PORPROD  LEAVE ATENDER  TABULATE TABLA3 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CUANDO  ;SE TERMINA DE TOMAR UNO  TRANSFER ,FN$FINPEDIDO ;AVANZA DEPENDIENDO DEL TIPO DE  ;PEDIDO  ...    ;SUBSISTEMA DE LLAMADOS TELEFONICOS    GENERATE 600,360,,,10 ;ARRIBO DE LLAMADOS TELEFONICOS  ASSIGN TIPO,1 ;ESTABLECE QUE ES DE TIPO TELEFONICO  SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO ;SI EL TELEFONO DA OCUPADO, TERMINA  SEIZE \*5  TRANSFER 0.5,,NOPEDIDO ;SOLO LA MITAD DE LOS LLAMADOS SON  ;PEDIDOS  ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS ;CANTIDAD DE PRODUCTOS A SOLICITAR  ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS ;CANTIDAD DE PIEZAS A SOLICITAR    ;PASAMOS PEDIDO A CUALQUIER EMPLEADO DESOCUPADO DEL MOSTRADOR O DE PEDIDOS    ENTER SPEDIDOS  QUEUE LLAMADOS ;LLAMADO ESPERA A QUE SEA ATENDIDO  TEST L S$ATENDER,2,MOSTOCUPADO ;SENSA SI EL MOSTRADOR ESTA LIBRE  ENTER ATENDER ;TOMA AL PERSONAL DEL MOSTRADOR  DEPART LLAMADOS ;SE DEJA LA COLA UNA VEZ QUE TOMARON  ;SU PEDIDO  TRANSFER ,AVANZAMOST |

De la simulación del modelo con los cambios realizados, se desprenden los siguientes cambios sobre el reporte de las colas:

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

ATENDER 1 0 86 83 0,014 5,942 170,333 0

FACTURAR 2 0 114 79 0,087 27,474 89,486 0

LLAMADOS 1 0 29 29 0,000 0,000 0,000 0

PREPARAR 2 0 114 74 0,216 68,184 194,325 0

Puede verse que el tiempo promedio de espera en cola ha disminuido, siendo ahora de 170,333 segundos. Hemos logrado disminuir unos 74,631 segundos el tiempo de espera, lo cual es una mejora considerable al problema detectado.

Otro cambio a destacar es que los llamados se derivan todos al sector del mostrador; ninguno es transferido al sector de preparación de pedidos. Esto se debe a que ahora, al ser dos empleados atendiendo, es menos probable que el mostrador se encuentre ocupado y se deba derivar el llamado al sector de preparación.

**Bloques ejecutables**

LINE LOC BLOCK\_TYPE ENTRY\_COUNT CURRENT\_COUNT RETRY

...

104 46 GENERATE 600,360,,,10 62 0 0

105 47 ASSIGN TIPO,1 62 0 0

106 48 SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO 62 0 0

107 49 SEIZE \*5 61 0 0

108 50 TRANSFER 0.5,,NOPEDIDO 61 0 0

109 51 ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS 29 0 0

110 52 ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS 29 0 0

114 53 ENTER SPEDIDOS 29 0 0

115 54 QUEUE LLAMADOS 29 0 0

116 55 TEST L S$ATENDER,2,MOSTOCUPADO 29 0 0

117 56 ENTER ATENDER 29 0 0

118 57 DEPART LLAMADOS 29 0 0

119 58 TRANSFER ,AVANZAMOST 29 0 0

121 MOSTOCUPADO ENTER PREPARAR 0 0 0

122 60 DEPART LLAMADOS 0 0 0

123 61 ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 0 0 0

124 62 ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS 0 0 0

**4.2. Segunda alternativa**

Otro de los problemas detectados en el modelo principal es la Cola del Storage PREPARAR. Dicha cola tiene un tiempo de espera promedio de 531,098 segundos. Actualmente se cuenta con un Storage de dos empleados. La mejora propuesta consiste en contratar un empleado más para disminuir el tiempo del preparado de pedidos y atención en caso de que los pedidos sean telefónicos. Se espera que con este cambio el tiempo de espera en cola se reduzca considerablemente.

|  |  |
| --- | --- |
| ...  11  12  13  14  ... | ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* STORAGES \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    PREPARAR STORAGE 3 ;EMPLEADOS DEL SECTOR DE PREPARACION  SPEDIDOS STORAGE 30000 ;CANTIDAD DE PEDIDOS EN CURSO |

Puede verse en el reporte a continuación los cambios que se producen en la Cola del Storage PREPARAR:

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

2 3 0 83 45 0,231 100,253 218,974 0

FACTURAR 4 0 108 55 0,310 103,176 210,245 0

LLAMADOS 1 0 29 27 0,008 10,517 152,500 0

PREPARAR 2 0 94 88 0,022 8,511 133,333 0

El reporte indica que, efectivamente, al agregar un empleado más al sector de preparación, los tiempos de espera en cola disminuyen. Dicho tiempo es ahora de 133,333 segundos, lo cual indica que se disminuyeron 397,765 segundos a la espera promedio.

No solo se mejoran los tiempos, sino que además la cantidad de pedidos acumulados en cola va a disminuir (han pasado de ser 5 pedidos como máximo, a tan solo 2).

Puede observarse que los pedidos que ingresan directamente al sector de preparación, sin necesidad de perder tiempo haciendo cola, son de 88. Esta cifra ha aumentado considerablemente en comparación con los pocos 46 pedidos que ingresaban al Storage PREPARAR ni bien se acercaban al sector de preparación.

Si bien se ha logrado disminuir el tiempo en cola en este Storage, se ha aumentado el tiempo en cola para la Facility FACTURAR, como se muestra resaltado a continuación:

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

2 3 0 83 45 0,231 100,253 218,974 0

FACTURAR 4 0 108 55 0,310 103,176 210,245 0

LLAMADOS 1 0 29 27 0,008 10,517 152,500 0

PREPARAR 2 0 94 88 0,022 8,511 133,333 0

Como puede verse, el tiempo promedio en cola para dicha Facility ha aumentado unos 80,403 segundos en comparación con la propuesta original. Esto se debe a que, al ser mucho más rápida la atención en el sector de preparación, los pedidos son despachados al sector de facturación con una frecuencia mucho mayor. De esta forma, habrá una acumulación en cola de los diversos pedidos, aumentando así el tiempo de espera.

Una buena solución a esto sería agregar otro empleado al sector de facturación, así el tiempo de espera en cola lograría disminuirse.

**4.3. Tercera alternativa**

Al estudiar el reporte del modelo principal, se descubrió que la cantidad de llamados telefónicos que no son pedidos son muchos. En dicho reporte, se registraron 30 llamados (de 53) que no son pedidos, lo cual representa aproximadamente el 57% de los llamados. Se observó también que la cantidad de llamados que fueron perdidos por estar la línea ocupada fueron 3. Si bien no es un número importante, para el dueño del negocio de venta de piezas de bronce estos representan tres posibles pedidos perdidos, lo cual se traducen en tres posibles facturaciones que podrían haber ocurrido y no ocurrieron.

Se decidió entonces reducir el tiempo de atención de los llamados telefónicos que no son pedidos. En vez de perder 2 +/- 1 minutos en dichos llamados, se le pedirá al encargado de atender el teléfono que solo invierta 1 +/- 0.5 minutos de su tiempo en esos llamados. Se desea verificar que los llamados que sí son pedidos aumentan al disminuir el tiempo que los no pedidos consumen.

|  |  |
| --- | --- |
| ...  151  152  153  154  155  156  157 | NOPEDIDO ADVANCE 60,30 ;SE RESPONDE EL LLAMADO QUE NO ES UN  ;PEDIDO  RELEASE \*5 ;COLGAMOS EL TELÉFONO  TERMINATE    OCUPADO TERMINATE ;SI ESTÁ OCUPADO NO SE CONCRETA EL  ;LLAMADO |

Tras ejecutar dichas modificaciones, el reporte obtenido mostró las siguientes modificaciones:

**Bloques ejecutables**

LINE LOC BLOCK\_TYPE ENTRY\_COUNT CURRENT\_COUNT RETRY

...

103 46 GENERATE 600,360,,,10 58 0 0

104 47 ASSIGN TIPO,1 58 0 0

105 48 SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO 58 0 0

...

130 COLGAR RELEASE \*5 9 0 0

131 69 TRANSFER ,PREPARA 9 0 0

133 NOPEDIDO ADVANCE 60,30 24 0 0

134 71 RELEASE \*5 24 0 0

135 72 TERMINATE 24 0 0

137 OCUPADO TERMINATE 5 0 0

En el modelo inicial, el porcentaje de llamados que resultaban ser pedidos era del 41% aproximadamente. En la alternativa propuesta, el porcentaje de pedidos telefónicos es del 50%. Esto indicaría que, al reducir el tiempo consumido en todo lo que no sean pedidos, tendremos más posibilidades de recibir llamados que sí sean pedidos. Al obligar al empleado encargado de atender los teléfonos a reducir el tiempo que invierte inútilmente, se está aumentando el porcentaje de pedidos. Por ende, se estará aumentando el porcentaje de ganancia en el mismo intervalo de 10 horas de trabajo.

Es necesario aclarar que la llegada de llamados está fuera de nuestro control, ya que la probabilidad de que un llamado telefónico sea un pedido es del 50%, definido así en el enunciado. Es por eso que, si se desea hacer algo al respecto, solo se podrá disminuir el tiempo de atención de los llamados que no son pedidos. Es por eso que esta mejora mencionada anteriormente dependerá del azar.

**4.4. Cuarta alternativa**

Una alternativa que se creyó que mejoraría el tema de la espera en las colas, fue delegar la tarea del tomado de los pedidos únicamente al empleado encargado de atender el teléfono. De esta forma, el empleado del mostrador sólo se dedicaría a tomar los pedidos personales, mientras que los dos empleados de la sección de preparación sólo ocuparían su tiempo en armar los pedidos.

A continuación se muestran los fragmentos de código en los que se realizaron cambios para adaptar el modelo a esta nueva alternativa:

|  |  |
| --- | --- |
| 50  66  67  68  69  70  71  72  113  114  115  116  117  118  119  120  121  122  123  124  125  126  127  128  129  130  131  132  133  134  135  136  137  138  139  140  141 | ...  ;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* SUBSISTEMA A SIMULAR \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*    ...  PORPROD ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2 ;TIEMPO QUE TOMA POR PRODUCTO  LOOP AUXPROD,PORPROD  RELEASE 2  TABULATE TABLA3 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CUANDO  ;SE TERMINA DE TOMAR UNO  ~~TRANSFER ,FN$FINPEDIDO~~ ~~;AVANZA DEPENDIENDO DEL TIPO DE~~  ~~;PEDIDO~~    ...  ;SUBSISTEMA DE LLAMADOS TELEFONICOS    GENERATE 600,360,,,10 ;ARRIBO DE LLAMADOS TELEFONICOS  ASSIGN TIPO,1 ;ESTABLECE QUE ES DE TIPO TELEFONICO  SELECT NU 5,1,1,,,OCUPADO ;SI EL TELEFONO DA OCUPADO, TERMINA  SEIZE \*5  TRANSFER 0.5,,NOPEDIDO ;SOLO LA MITAD DE LOS LLAMADOS SON  ;PEDIDOS  ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS ;CANTIDAD DE PRODUCTOS A SOLICITAR  ASSIGN PIEZAS,FN$CANTPIEZAS ;CANTIDAD DE PIEZAS A SOLICITAR    ;QUIEN ATIENDE ES EL ENCARGADO DE TOMAR EL PEDIDO    ENTER SPEDIDOS    ADVANCE FN$MEDIATOMAR,60 ;TIEMPO QUE TARDA EN TOMAR EL PEDIDO  ASSIGN AUXPROD,P$PRODUCTOS ;TIEMPO QUE TARDA EN TOMAR CADA  ;PRODUCTO  PORPROD1 ADVANCE FN$MEDIAPRODUCTO,2  LOOP AUXPROD,PORPROD1  RELEASE \*5  TABULATE TABLA3 ;TABULA CANTIDAD DE PEDIDOS CUANDO SE TERMINA DE TOMAR UNO  ENTER PREPARAR  TRANSFER ,AVANZAPREP ;AVANZA PARA QUE ARMEN EL PEDIDO  NOPEDIDO ADVANCE 120,60 ;SE RESPONDE EL LLAMADO QUE NO ES UN  ;PEDIDO  RELEASE \*5 ;COLGAMOS EL TELÉFONO  TERMINATE |

La ejecución de esta alternativa dio como resultado, entre otras cosas, el siguiente reporte sobre las colas:

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

2 3 0 89 55 0,221 89,225 233,559 0

FACTURAR 3 0 124 66 0,231 67,000 143,241 0

PREPARAR 4 0 88 43 0,521 213,159 416,844 0

Como puede verse en el reporte, esta alternativa introdujo leves mejoras en los tiempos promedios de espera. Inicialmente, la Facility 2 que representa el mostrador tenía un tiempo de espera en cola de 244,964 segundos para los pedidos personales. Ahora la espera en cola es de 233,559 segundos, lo cual implica una disminución de 11,405 segundos.

Además, la cola del Storage PREPARAR tenía inicialmente un tiempo de espera de 531,098 segundos. En esta cola esperaban tanto pedidos personales como pedidos telefónicos. Con el cambio propuesto, los pedidos en esta cola tendrán un tiempo de atención de 416,844 segundos.

Al tomarse los pedidos ni bien llega el llamado, también se muestra que el tiempo promedio en el que el teléfono está ocupado disminuye, ya que no tiene que esperar a que uno de los empleados del sector de preparación se desocupe para ser atendido. Es decir que de esta forma simplemente se recibe el llamado, se toma el pedido, y se cuelga el teléfono, quedando así la línea libre mucho más rápidamente. En cambio, en el modelo principal, el llamado debe esperar a ser atendido por un empleado de preparación –en caso de estar el mostrador ocupado- y recién una vez tomado el pedido, la línea es liberada.

Se muestra a continuación el reporte obtenido con las respectivas modificaciones resaltadas:

**Facilities**

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE\_TIME AVAILABLE OWNER PEND INTER RETRY DELAY

1 58 0,317 197,000 1 2 0 0 0 0

2 89 0,597 241,629 1 9 0 0 0 0

FACTURAR 124 0,611 177,347 1 6 0 0 0 0

Es claro el cambio en el tiempo promedio de la Facility 1, la cual representa la línea telefónica. Inicialmente, este tiempo era de 217,321 segundos. El cambio indica que se logró disminuir en 20,321 segundos su tiempo de ocupación.

Se sabe que la llegada de llamados es al azar. Aún así, en caso de disminuir el tiempo de ocupación de la línea, se espera que el número de llamados perdidos por estar la línea ocupada sea menor. Esto es evidente en el reporte a continuación, donde puede verse cómo la cantidad de llamados terminados ha disminuído:

116 59 ENTER PREPARAR 36 0 0

117 60 TRANSFER ,AVANZAPREP 36 0 0

118 NOPEDIDO ADVANCE 120,60 21 0 0

119 62 RELEASE \*5 21 0 0

120 63 TERMINATE 21 0 0

122 OCUPADO TERMINATE 1 0 0

**4.5. Quinta alternativa**

Una última opción que se cree favorable para la mejora de los problemas producidos en el primer modelo se enfoca en el cambio de prioridades.

Recordando las especificaciones iniciales en las que nos hemos basado, vemos que los clientes arriban cada 7 +/- 5 minutos, mientras que, los llamados telefónicos se producen cada 10 +/- 6 minutos, siendo el motivo de la mitad de estos llamados el de realizar un pedido. Además, estos poseen actualmente una prioridad mayor en comparación con los pedidos en mostrador.

Esta superioridad en la prioridad provoca que, al producirse un llamado telefónico, cuyo fin es el de realizar un pedido, aumente la acumulación de clientes que se encuentran esperando en el mostrador a ser atendidos o aguardando que se les prepare el pedido. Incluso, al ser menor el tiempo de arribo de clientes que el de llamados telefónicos, la cantidad de personas que llegan al mostrador crecería velozmente en aquellos momentos en que los llamados irrumpen.

Apoyándonos en estas suposiciones, creemos conveniente invertir las prioridades de atención, es decir, otorgar más prioridad a los clientes que a los llamados. Dicha opción, en un principio mejoraría el flujo de personas en el local por las siguientes razones:

* Al arribar un llamado, los clientes ya no se acumularían en desmedida en el mostrador debido a que estos últimos serán atendidos antes que el primero;
* Siendo que tenemos una línea de teléfono única, el que los llamados tengan menor prioridad no complicaría el arribo de estos ya que, a lo sumo, la línea permanecerá ocupada más tiempo, dando lugar a un número menor de llamados telefónicos atendidos.

Para aplicar esta alternativa, simplemente debemos modificar la *Línea 52*, tal como se muestra a continuación:

|  |  |
| --- | --- |
| 52  53  54  55 | GENERATE 420,300,,,20 ;ARRIBO DE PERSONAS \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ASSIGN TIPO,0 ;ESTABLECE QUE ES DE TIPO PERSONAL  ASSIGN PRODUCTOS,FN$CANTPRODUCTOS ;CANTIDAD DE PRODUCTOS A SOLICITAR  ... |

De esta manera, y recordando que las transacciones que representan los arribos de llamados telefónicos poseen prioridad 10, conseguimos que los clientes sean atendidos antes que los llamados.

Hecho esto, se realizó la simulación correspondiente en la que esperamos ver cierta mejora en el flujo de clientes atendidos y menor acumulación en la cola de preparación.

Primeramente demos un vistazo a la tabulación de la cantidad de pedidos sin terminar cada 15 minutos (Tabla 2), a fin de tener un panorama medianamente global de cómo se encuentra la situación:

|  |
| --- |
| TABLA2 TABLE S$SPEDIDOS,1,1,50  MEDIA : 4,179  DESVIACION ESTANDAR : 2,459  CANTIDAD EN RETRY : 0  INTERVALO FRECUENCIA % %ACUMULADO %REMANENTE  0 - 1 2 5,128 5,128 94,872  2 - 2 9 23,077 28,205 71,795  3 - 3 9 23,077 51,282 48,718  4 - 4 5 12,821 64,103 35,897  5 - 5 4 10,256 74,359 25,641  6 - 6 2 5,128 79,487 20,513  7 - 7 4 10,256 89,744 10,256  8 - 8 1 2,564 92,308 7,692  9 - 9 1 2,564 94,872 5,128  10 - 10 2 5,128 100,000 0,000  Las frecuencias restantes (40) son todas cero.  CANTIDAD DE VALORES TABULADOS : 39  VALOR MAXIMO TABULADO : 10,000 |

En el *Gráfico 4.5.1* se muestra una comparación más intuitiva de lo que ha ocurrido en contraste con la implementación original. Podemos notar que, a diferencia de lo que se esperaba, han aumentado la cantidad de pedidos sin terminar, empeorando el desempeño del ciclo de toma de pedidos, preparación y facturación. En particular, se aprecia que a partir de la tabulación de la cantidad 5, se ha incrementado el porcentaje con respecto al caso original.

***Gráfico 4.5.1*** – Comparación de la cantidad de pedidos sin

terminar cada 15 minutos.

En segundo lugar, podemos revisar que ha ocurrido con la cola de PREPARAR. El reporte dio los siguientes resultados:

**Queues**

QUEUE MAX CONT. ENTRIES ENTRIES(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

2 4 0 87 58 0,253 104,736 314,207 0

FACTURAR 4 0 111 65 0,260 84,324 203,478 0

LLAMADOS 1 0 26 20 0,124 172,269 746,500 0

PREPARAR 5 0 93 43 0,684 264,731 492,400 0

En comparación con los datos obtenidos del modelo original, podemos notar que el tiempo promedio en cola se ha decrementado de 531,098 segundos a 492,4 segundos. De todas formas, no se logra ver una mejora significativa ya que vemos que el máximo de transacciones en cola se ha mantenido en 5.

Por lo tanto, podemos concluir que esta alternativa no es conveniente para el modelo ya que no aporta mejoras. De todas formas, creemos que es posible que al ser combinada con otras alternativas en un mismo modelo, sí aporte una ganancia sobre el flujo de atención del local.

**5.    Conclusión**

A lo largo del presente informe hemos podido comprobar cómo el sentido común no siempre sirve de referencia y como herramienta al momento de plantear mejoras sobre un modelo. Esto se debe muchas veces a que las alternativas se razonan y se enfocan sobre una visión parcial del problema, sin tomar en cuenta los efectos globales que provocan su implantación (los cuales pueden ser positivos o negativos, según sea el caso).

Habiéndonos enfrentado a esta situación, hemos logrado mejorar la forma en la que efectuamos el análisis de un modelo a fin de conseguir optimizaciones a nivel global sobre el sistema que es parte de nuestro estudio.

Particularmente en este caso, luego de plantear las cinco alternativas aquí expuestas, se ha llegado a la conclusión de que la *Segunda alternativa* (Sección 4.2) es la que nos otorga no solo una mejora a nivel local, al reducir los tiempos de espera en la cola de preparación, sino también el mejoramiento a nivel global, al aumentar taxativamente la fluidez y velocidad con que se desarrolla el ciclo de atención, preparación y facturación, en toda su extensión. En contraposición con esto, las demás opciones proporcionaban mejoras locales, mas no así globales, llegando incluso a provocar efectos negativos sobre el accionar del negocio.