



AUTOMOD

Una herramienta para la Simulación

Lenguaje de AutoMod

Pedro Sánchez Martín

Contenido

- Sistemas y menús de AutoMod
- Ejemplo de una centralita
- Componentes adicionales de AutoMod
- Comandos frecuentes del lenguaje AutoMod
- Análisis de resultados con AutoStat

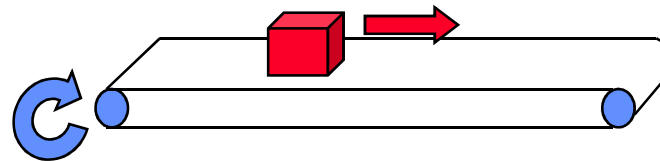
Sistemas de AutoMod

- Existen tres tipos de sistemas en AutoMod

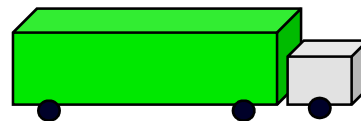
- **Process: Sistemas de procesos** ←

Describe la lógica de simulación del sistema sin detallar el transporte

- **Conveyor: Sistema de cintas transportadoras**



- **Path mover: Sistema de vehículos**



Menús de AutoMod

The image shows the AutoMod software interface. On the left is a vertical menu with the following items: Select, Process, Loads, Resources, States, Queues, Order Lists, Blocks, Variables, Counters, Functions, Subroutines, Source Files, Labels, Tables, Types, Random Streams, Run Control, and Business Graphics. On the right is the main workspace with a menu bar containing Model, System, Edit, and Help. A yellow callout box with a pointer to the 'System' menu item contains the text: "Se crea un nuevo sistema de tipo *process*". A blue arrow points from the 'Tables' menu item to the callout box.

Menús de AutoMod

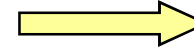
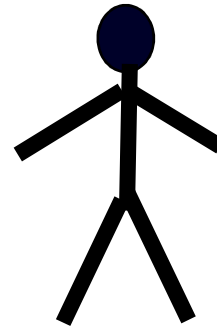
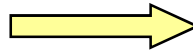
Select	Sirve para seleccionar gráficamente componentes de la simulación
Process	<u>Procesos</u> que contienen la lógica del modelo
Loads	<u>Entidades</u> que evolucionan a través de los procesos
Resources	<u>Recursos</u> que las entidades utilizan en el sistema
States	<u>Estados</u> que pueden tomar los recursos (ocupado, fallado,...)
Queues	<u>Colas</u> donde esperan las entidades
Order Lists	<u>Listas de espera</u> de las entidades
Blocks	<u>Controles de tráfico</u> para los sistemas conveyor y path mover
Variables	<u>Variables</u> de almacenamiento del código
Counters	<u>Contadores</u> para control de los procesos
Functions	<u>Funciones</u> de cálculo de valores
Subroutines	<u>Subrutinas</u> de gestión de código lógico
Source Files	<u>Ficheros</u> que contienen código lógico
Labels	<u>Etiquetas</u> gráficas de texto y de resultados
Tables	<u>Tablas de frecuencias</u> de resultados
Types	<u>Tipos de resultados</u> en el modelo (enteros, tiempo,...)
Random Streams	<u>Cadenas de pseudoaleatorios</u>
Run Control	<u>Control de ejecución</u> de la simulación
Business Graphics	<u>Gráficas de evolución</u> de resultados

Ejemplo de una centralita (Definición)

$\lambda = 1$ llamada/minuto



$\mu = 2$ llamadas/minuto

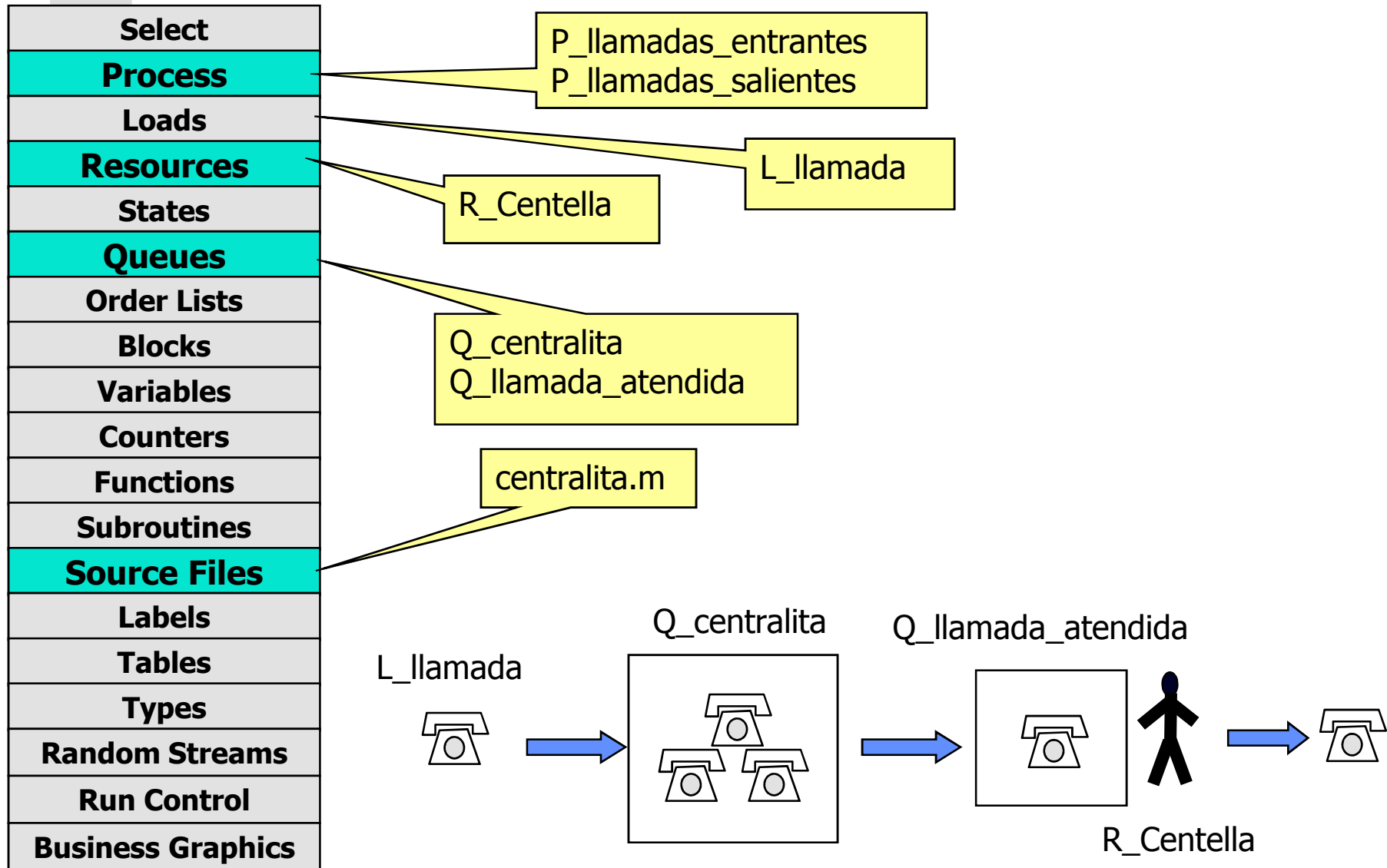


Teoría de colas:

$$\Phi = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \rightarrow \text{Sistema estable}$$

Tiempo de espera : $\frac{\Phi t_s}{2(1 - \Phi)} = \frac{1/2 \cdot 30 \text{ segundos}}{2 \cdot (1 - 1/2)} = 15 \text{ segundos}$

Ejemplo de una centralita (Componentes)



Ejemplo de una centralita (Process)

Select	
Process	P_llamadas_entrantes P_llamadas_salientes
Loads	
Resources	
States	
Queues	
Order Lists	
Blocks	
Variables	
Counters	
Functions	
Subroutines	
Source Files	
Labels	
Tables	
Types	
Random Streams	
Run Control	
Business Graphics	

Define A Process				
Name	<input type="text" value="P_llamadas_entrantes"/>	Connections	<input type="text" value=""/>	
Number of Processes	<input type="text" value="1"/>	Default Next Process	<input type="text" value="die"/>	
Default Traffic Limit	<input type="text" value="Infinite"/>	Edit traffic limit	<input type="text" value=""/>	
Arriving Procedure	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Default Resource	<input type="text" value="none"/>
Leaving Procedure	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	Report	<input type="text" value="Default"/>
Title	<input type="text" value="Proceso de llamadas entrantes al sistema de atención telefónica"/>			
<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Ok"/> <input type="button" value="Ok/New"/>				

Ejemplo de una centralita (Loads I)

Loads

Load Types

L_llamada

New

Edit

Copy

Delete

Edit Graphic

Load Attributes

New

Edit

Copy

Delete

Edit A LoadType

Name Number of Load Types

Title

DISTRIBUTION	ARG1	LIMIT	PROCESS	SPLIT	STREAM
Exponential	lmin	Infinite	p_llamadas_entrantes	0	stream0

Edit

New Creation

Delete

Cancel

Ok

Ok, New

siguiente transparencia

Ejemplo de una centralita (Loads II)

Process

Loads

Resources

States

Queues

Order Lists

Blocks

Variables

Counters

Functions

Subroutines

Source Files

Labels

Tables

Types

Random Streams

Define A Creation Spec

First Process Distribution First One At

Generation Limit

Split

Mean

Cancel

Random Stream

Minutes

Seconds
Minutes
Hours
Days

Transparencia anterior

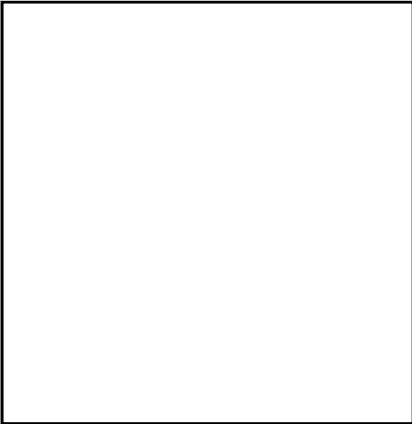
Ejemplo de una centralita (Resources)

Select	Edit A Resource		
Process	Name	<input type="text" value="R_Centella"/>	Attached Resource Cycle
Loads	Number of Resources	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Add"/>
Resources	Default Capacity	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Remove"/>
States		<input type="button" value="Edit Capacity"/>	<input type="button" value="Edit"/>
Queues		<input type="text" value="Processing Time"/>	
Order Lists	Use State Set	<input type="text" value="None"/> ▼	
Blocks	Report	<input type="text" value="Default"/> ▼	
Variables	Title	<input type="text" value="Recurso de la operadora telefónica"/>	
Counters		<input type="button" value="Cancel"/>	<input type="button" value="Ok"/>
Functions		<input type="button" value="Ok, New"/>	
Subroutines			
Source Files			
Labels			
Tables			
Types			
Random Streams			
Run Control			
Business Graphics			

Ejemplo de una centralita (Queues)

- Select
- Process
- Loads
- Resources
- States
- Queues**
- Order List
- Block
- Q_centralita
- Q_llamada_atendida
- Functions
- Subroutines
- Source Files
- Labels
- Tables
- Types
- Random Streams
- Run Control
- Business Graphics

Edit A Queue

Name	<input type="text" value="Q_centralita"/>		New Capacity <input type="text" value="Default"/>
Number of Queues	<input type="text" value="1"/>		
Default Capacity	<input type="text" value="Infinite"/> 1		
Report	<input type="text" value="Default"/>		
Title	<input type="text" value="Cola de espera de llamadas no atendidas"/>		

Ejemplo de una centralita (Source File)

centralita.m
Pr
L
Resources
es
ues
Center Lists
locks
variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

```
begin p_llamadas_entrantes arriving procedure  
/*comienzo del proceso de llamadas entrantes a la centralita*/  
  
  move into Q_centralita  
/* se pasa la llamada a la centralita y se la hace esperar si Centella está ocupada*/  
  
  move into Q_llamada_atendida  
/* se atiende la llamada*/  
  
  use R_Centella for 30 sec  
/* Centella tarda 30 segundos en atender la llamada*/  
  
  send to p_llamadas_salientes  
/* una vez atendida la llamada se envía al proceso de llamadas salientes */  
  
end  
/*final del proceso de llamadas entrantes a la centralita*/  
  
begin p_llamadas_salientes arriving procedure  
/*comienzo del proceso de llamadas salientes de la centralita*/  
  
  send to die  
/* las llamadas se envían fuera del sistema ("a morir")*/  
  
end
```

Ejemplo de una centralita (Run Control)

- Select
- Process
- Loads
- Resources
- States
- Queues
- Order Lists
- Blocks
- Variables
- Counters
- Functions
- Subroutines
- Source Files
- Labels
- Tables
- Types
- Random Streams
- Run Control**
- Business Graphics

Run Control

RUN CONTROL SNAP DESCRIPTIONS Start Date

Length	Report	Reset	Trace	AutoView	AutoPlot	Number	
8 Hr	YES	NO	NO	NO	NO	5	<input type="button" value="New"/>

Total Length: 40 hrs End Date 01/03/2001 00:00:00

Define Snap Control

Snap Length ▼

Number of Snaps

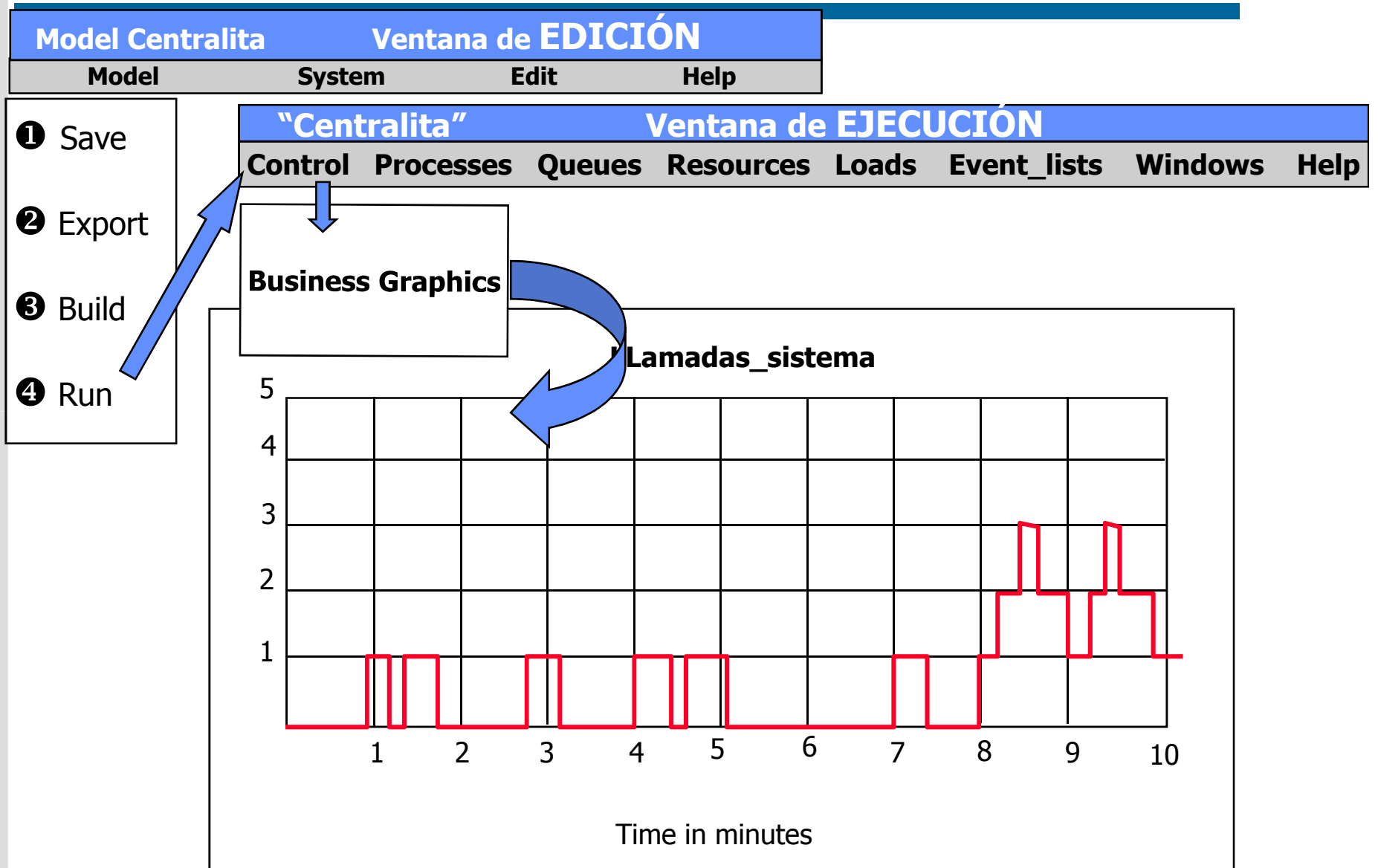
AutoMod Report Reset Trace AutoView AutoPlot

Ejemplo de una centralita (Business Graphics I)

Select	Business Graphics			
Process	Graphs	New	Graph Name	Clientes_espera
Loads	Clientes_espera	Copy	Graph Type	TimeLine ▼
Resources		Display	Y Maximum	5
States		Apply	Y Increment	1
Queues		Reset	X Minimum	0
Order Lists		Delete	X Maximum	10
Blocks			X Increment	1
Variables		OK	Time Units	Minutes ▼
Counters			Update Every	1 second ▼
Functions	Systems	Process ▼	Statistics ▼	Name
Subroutines	centralita	Processes	Statistics	p_llamadas_entrantes.cur
Source Files		p_llamadas_entrante		Value: proc p_llamadas_entrantes.cur
Labels		p_llamadas_salientes	Cur	Add
Tables			Total_r	
Types			Max_r	
Random Streams			Min_r	
Run Control			Ave_r	
Business Graphics			AV_Time_r	

**BarChart
PieChart
DataWatch
File**

Ejemplo de una centralita (Business Graphics II)



Componentes adicionales de AutoMod (Order Lists)

Select
Process
Loads
Resources
States
Queues
Order Lists
Blocks
Variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

Define An Order List

Name

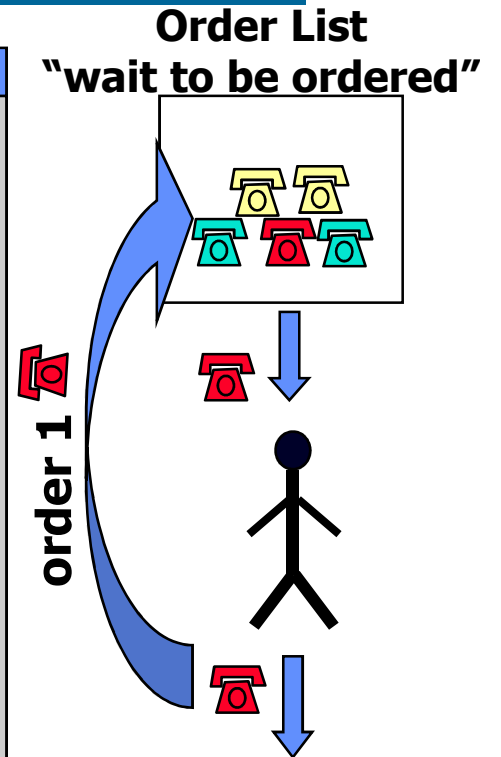
Number of Order Lists Report

Sort by ▼

with ▼ value first

if tie then use ▼ as tie breaker

Title



Componentes adicionales de AutoMod (Variables)

Select
Process
Loads
Resources
States
Queues
Order Lists
Blocks
Variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

Define a Variable

Name Dimension 1:

Initial value Dimension 2:

Type ▼ Dimension 3:

Title Dimension 4:

Ejemplo:

```
set V_num_llamadas to 0
...
increment V_num_llamadas by 1
```

color
real
time
...

Componentes adicionales de AutoMod (Variables)

Select
Process
Loads
Resources
States
Queues
Order Lists
Blocks
Variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

Define A Function

Name

Type ▼

Type	Name
Integer	operacion

Title

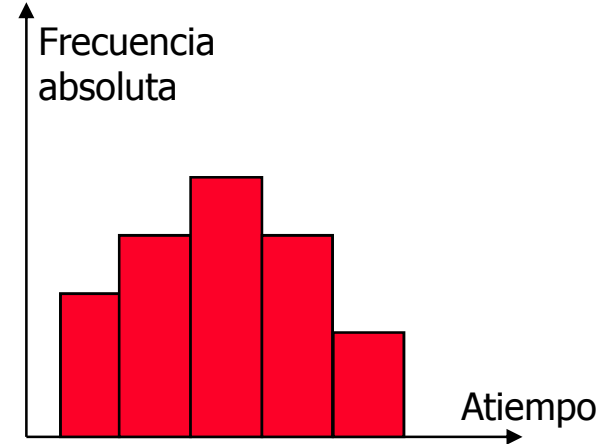
```
Begin Pmaquina arriving procedure
. . .
use Rmaq for
Ftiempo(Aclase)
. . .
end

/*inicio de la funcion Ftiempo*/
begin Ftiempo function
    if funcload Aclase = 1 then
        set Vtiempo to normal
    10,1 min
    else if funcload Aclase = 2
then
        set Vtiempo to
exponential 7 min
return Vtiempo
end
```

Componentes adicionales de AutoMod (Tables)

Select
Process
Loads
Resources
States
Queues
Order Lists
Blocks
Variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

```
begin Pinicio
  Set Ainicio to ac
  . . .
end
begin Ptabla arriving procedure
  set Atiempo to ac-Ainicio
  tabulate Atiempo in
Ttiempoestancia
  send to die
end
```



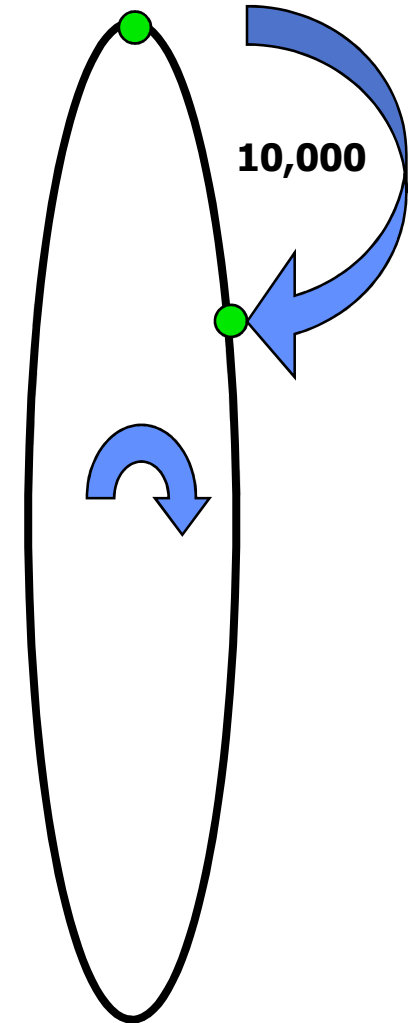
Define A Table

Name	<input type="text" value="Ttiempoestancia"/>	Number of bins	<input type="text" value="5"/>
Number of Tables	<input type="text" value="Ttiempoestancia"/>	Bin width	<input type="text" value="50"/>
Report	<input type="text" value="Default"/> ▼	Start of first bin	<input type="text" value="600"/>
		End of last bin	<input type="text" value="850"/>
Title	<input type="text" value="Histograma de los tiempos de espera"/>		

Componentes adicionales AutoMod (Random Streams)

Select
Process
Loads
Resources
States
Queues
Order Lists
Blocks
Variables
Counters
Functions
Subroutines
Source Files
Labels
Tables
Types
Random Streams
Run Control
Business Graphics

Define Random Number Stream	
Stream	<input type="text" value="stream1"/>
Skip First	<input type="text" value="10000"/> Samples
Use	<input type="text" value="LCG"/> ▼ <input type="text" value="Tausworthe"/>
Title	<input type="text" value="Cadena de aleatorios 1"/>



Comandos frecuentes de AutoMod (I)

- **Cabecera y final de un proceso**
 - Begin [*nombre_proceso*] arriving procedure
 - end
- **Creación on-line de cargas**
 - Clone [*número_cargas*] to [*nombre_proceso*]
 - Create [*número_cargas*] of load type [*tipo_carga*] to [*nombre_proceso*]
- **Utilización de recursos**
 - Get [*nombre_recurso*]
 - Free [*nombre_recurso*]
 - Use [*número_cargas*] of [*nombre_recurso*] for [*cantidad_tiempo*]

Comandos frecuentes de AutoMod (II)

- **Movimiento de cargas**

- move into [*nombre_cola*]
- send to [*nombre_proceso*] (ejemplo: send to die)
- Travel to [*localización_sistema*]

- **Uso de recursos**

- Wait for [*cantidad_tiempo*]
- Wait until [*condición*]
- Use [*número_cargas*] of [*nombre_recurso*] for [*cantidad_tiempo*]
- Choose a queue from among [*nombre_cola1*, *nombre_cola2*] whose current loads is minimum save as [*nombre_atributo*]

- **Bucles**

- If [*condición*] . . . then . . .
- Do . . . until [*condición*]
- While [*condición*] do . . .

Comandos frecuentes de AutoMod (III)

- **Valor de variables, atributos, ...**
 - set [*nombre_variable/atributo*] to [*valor*]
 - increment [*nombre_variable/atributo*] by [*cantidad*]
 - decrement [*nombre_variable/atributo*] by [*cantidad*]
- **Disponibilidad de recursos**
 - bring up [*nombre_recurso*]
 - take down [*nombre_recurso*]
- **Entradas y salidas**
 - Print [*expresión*] as [*formato*] to [*fichero_destino*]
 - Read [*nombre_variable*] as [*formato*] from [*nombre_fichero*]
 - Tabulate [*nombre_variable/atributo*] in [*tabla_datos*]

Análisis de resultados con AutoStat (I)



AutoStat Setup Wizard

★ ¿Aleatorio o determinista?

Does your model use random streams, or are all events deterministic?

Model is random Model is deterministic

② Tiempo máximo de ejecución

When one run of your model takes much longer than the other runs, it often indicates an infinite loop. Do you want to limit how long AutoStat will let runs take to catch infinite loops in the model?

Yes No

Maximum Run Time Minutes ▼

③ ¿Período transitorio?

Does this model require time to warm up?

Yes No

Warmup Estimate Hours ▼

Do you want to create analysis with 5 runs with 40 snaps of 0.15 hours?

Create analysis Do not create analysis

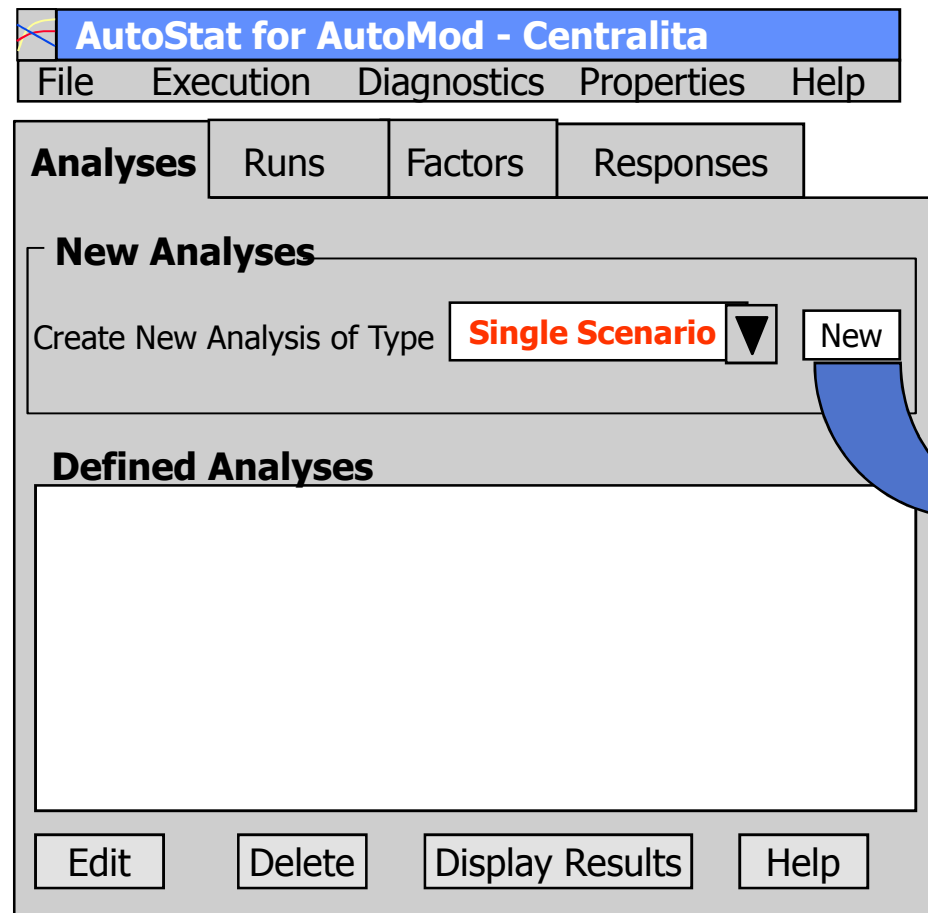
④ Intervalo de análisis (snap)

What do you want the default snap length to be for snaps which collect statistics?

Snap length Hours ▼

Análisis de resultados con AutoStat (II)

Muestreo sobre un mismo modelo (Single Scenario)



Analisis de Resultados con AutoStat (III)

PARAMETRIZACIÓN DEL MUESTREO

Single Scenario Analysis

Name

Number of Replications

Run Control ▼

Warmup 2 Days Sample Length 8 Hours Replication/Deletion

Constant factors

	Values
<input type="text"/>	

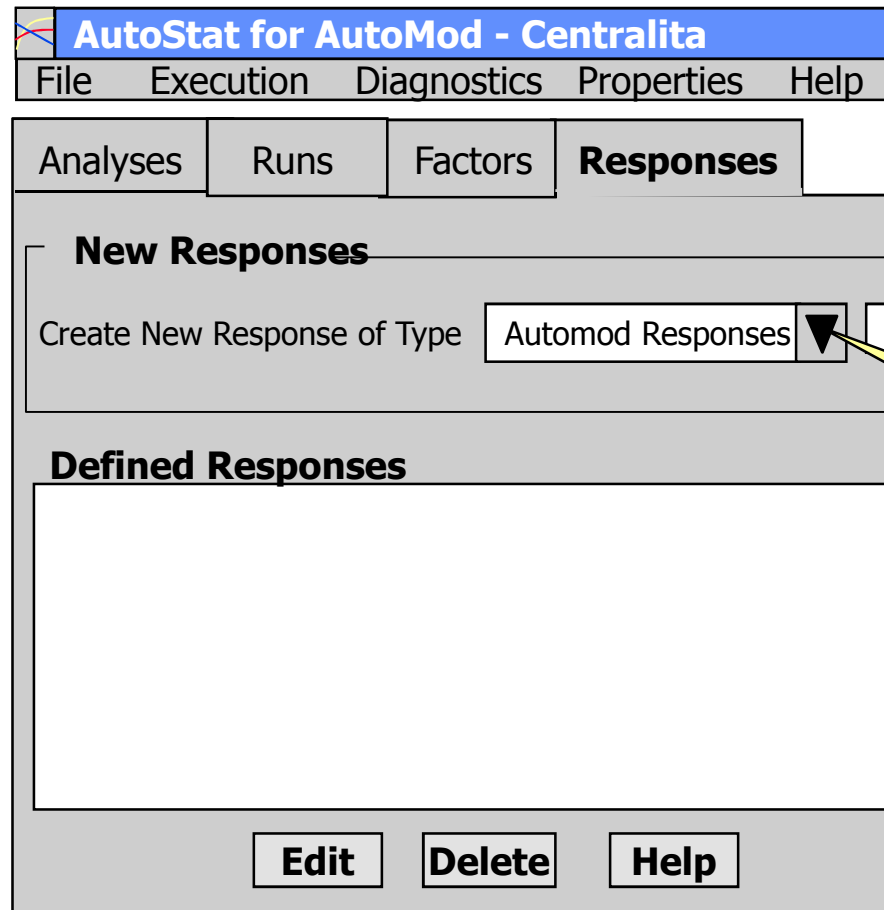
Run Execution

2 runs of 15 done

Runs will finish at 11.15 on 11/12/01

Análisis de Resultados con AutoStat (IV)

SELECCIÓN DE LOS RESULTADOS DE INTERÉS



Siguiente transparencia

Combination Response

Análisis de Resultados con AutoStat (V)

CÁLCULO DEL TIEMPO MEDIO DE ESPERA

The screenshot shows the 'Automod Response' dialog box. The 'Name' field is set to 'Tiempo de espera'. The 'System' dropdown is 'Recepcion'. The 'Entity' dropdown is 'Queue', with a yellow callout bubble pointing to it containing the text 'Processes', 'Loads', 'Resources', and '....'. The 'Statistic' dropdown is 'Statistics', with a pink callout bubble pointing to it containing the text 'Tiempo de servicio'. The 'Entity' list is expanded, showing 'Q_centralita', 'Q_llamada_atendida' (highlighted in pink), and 'Space'. The 'Statistic' list is expanded, showing 'AV_Time', 'AV_Wait', 'Ave', 'Max', 'Min', 'Total', and 'Util'. At the bottom, there are buttons for 'Ok', 'Ok,New', 'Cancel', and 'Help'. A large blue arrow points from the 'Ok,New' button towards the bottom right of the slide.

Análisis de Resultados con AutoStat (VI)

The screenshot displays the AutoStat software interface with several windows and annotations:

- Menú de Análisis:** A yellow oval highlights the 'Run Results' option in the 'Defined Analyses' list of the 'New Analysis' window.
- ANÁLISIS DEL SINGLE SCENARIO:** Red text with arrows pointing to the 'Run Results' menu item.
- Summary Statistics:** A yellow oval highlights the 'Summary Statistics for Tiempo medio de espera' window, which contains the following table:

A	B	C
No factors changed		
Tiempo de espera	Average	14,735
	Std. Dev.	2,7206
	Minimum	9,79
	Maximum	19,1
	Median	15,09
	# of Runs	15
Tiempo de servicio	Average	29,963
	Std. Dev.	0,024919
	Minimum	29,92
	Maximum	30
	Median	29,96
	# of Runs	15
- Confidence Intervals:** A yellow oval highlights the 'Confidence Intervals for Tiempo medio de espera' window, which contains the following table:

A	B	C
No factors changed		
Tiempo de espera	CI Low	13,4978
	CI High	15,9722
	# of Runs	15
Tiempo de servicio	CI Low	29,951668
	CI High	29,974332
	# of Runs	15
- Bar Graph:** A yellow oval highlights the 'Graph for Tiempo medio de espera' window, showing a bar chart with two bars: 'Tiempo de espera' (blue) and 'Tiempo de servicio' (purple).
- Runs:** A yellow oval highlights the 'Run Results for Tiempo medio de espera' window, which contains a large table of individual run results.

Análisis de Resultados con AutoStat (VII)

RESPUESTA COMBINADA

Tiempo medio en el sistema = Tiempo de servicio + Tiempo de espera

Combination Response

Name

Type	Name	Weight
Response	Tiempo de espera	1
Response	Tiempo de servicio	1

Tiempo medio en el sistema = 1.0 * Tiempo de espera + 1.0 * Tiempo de servicio

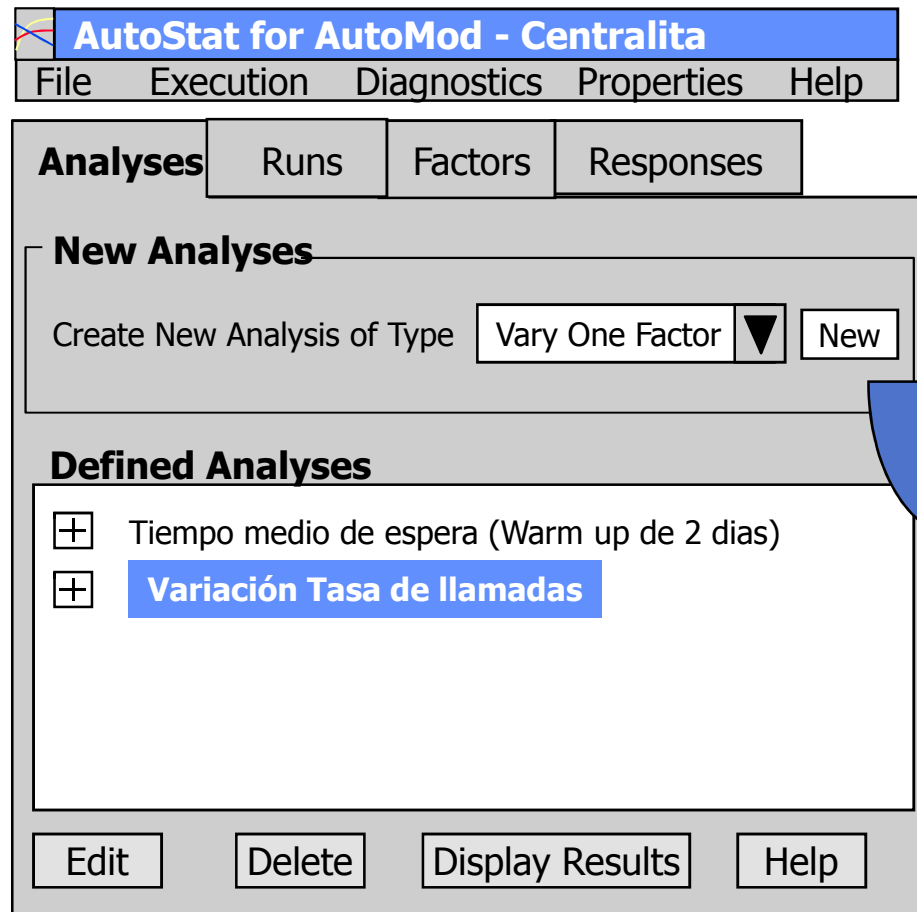
Análisis de Resultados con AutoStat (VIII)

FACTORES (Cambios sobre el modelo)

The image shows two windows from the AutoStat software. The left window is titled 'AutoStat for AutoMod - Centralita' and has a menu bar with 'File', 'Execution', 'Diagnostics', 'Properties', and 'Help'. Below the menu bar are tabs for 'Analyses', 'Runs', 'Factors', and 'Responses'. The 'Factors' tab is active, showing a 'New Factor' dialog. In this dialog, the 'Create New Factor of Type' dropdown is set to 'Automod Factor' and the 'New' button is highlighted. Below this is a 'Defined Factors' list, which is currently empty. At the bottom of the dialog are 'Edit', 'Delete', and 'Help' buttons. A blue arrow points from the 'New' button to the right window.

The right window is titled 'Automod Factor' and contains configuration options for a factor. The 'Name' field is 'tasa_llamadas'. Below this are three columns: 'System', 'Entity', and 'Attribute'. The 'System' column has 'Recepción' selected. The 'Entity' column has 'Load' selected, and a dropdown arrow is visible. The 'Attribute' column has 'Distribution' selected. Below these columns are several options: 'First One at Genertaion', 'Scale X', 'Scale Y', 'Scale Z', and 'Split'. At the bottom of the window are four buttons: 'Ok', 'Ok,New', 'Cancel', and 'Help'.

Análisis de Resultados con AutoStat (IX)



Análisis de Resultados con AutoStat (X)

Vary One Factor Analysis

Name

Number of Replications

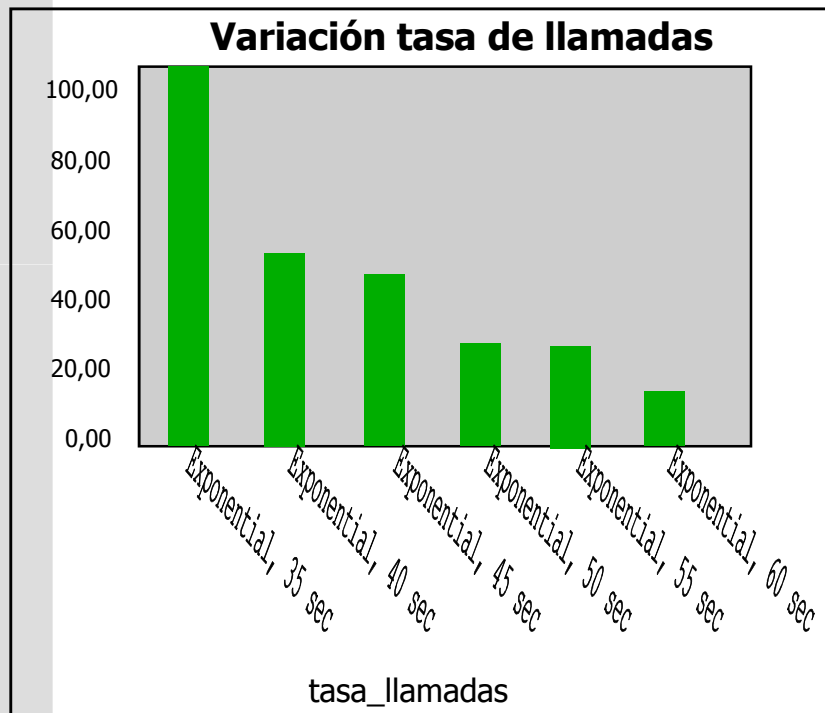
Run Control ▼

Waurmup 2 Days Sample Length 8 Hours Replication/Deletion

Factor to Vary	Constant Factors
tasa_llamadas	Tasa_llamadas : recepcion llamada Distribution Set Values Using <input type="text" value="Begin, End and Increment"/> ▼ Begin <input type="text" value="Exponential"/> ▼ <input type="text" value="35"/> <input type="text" value="Seconds"/> ▼ End <input type="text" value="Exponential"/> ▼ <input type="text" value="60"/> <input type="text" value="Seconds"/> ▼ Increment <input type="text" value="Exponential"/> ▼ <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="Seconds"/> ▼

Análisis de Resultados con AutoStat (XI)

RESULTADOS CON UN SOLO FACTOR



Compare All to All for Variación tasa de llamadas

File Edit Responses Help

Confidence Level ▼

tasa_llamadas		Exponential 35 sec	Exponential 35
tasa_llamadas		Exponential 40 sec	Exponential 45
Tiempo de espera	Ave. Diff.	58.711	69.615
	CI Low	30.471	41.545
	CI High	86.951	97.666
Tiempo de servicio	Ave. Diff.	-0.005	-0.005
	CI Low	-0.00066	-0.0012
	CI High	0.00066	0.0002

Análisis de Resultados con AutoStat(XII)

VARIACIÓN DE DOS FACTORES

- Tasa de llegadas
- Tiempo de atención

Sustitución por
una variable

```
Begin P_llamadas arriving procedure
. . .
use R_centella for V_tiempo_atencion sec
. . .
end
/* Centella tarda V_tiempo_atencion en
atender la llamada*/
```

Vary Multiple Factor Analysis

Name Tasa de llegadas y tiempo de atención

Number of Replications 5

Run Control Default ▼

Waurmup 2 Days Sample Length 8 Hours Replication/Deletion

Factor to Vary	Constant Factors
Tasa_llamadas	Tiempo de servicio recepcion: V_tiempo_atencion
Tiempo de servicio	Initial Value
	Set Values Using Begin, End and Increment ▼
	Begin 30
	End 40
	Increment 5

Análisis de Resultados con AutoStat (XIII)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA CON DOS FACTORES

1. GRÁFICO DE BARRAS: VALORES COMBINADOS DE LOS DOS FACTORES
2. GRÁFICA EVOLUCIÓN: FIJANDO UN FACTOR Y VARIANDO OTRO

