

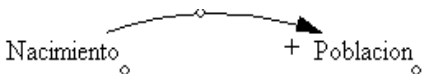
## EJERCICIOS PROPUESTOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS

### EJERCICIO 1

En el mítico reino de Xanadu, nacen exactamente 100 niños cada año y nadie muere. En el último censo (este año) la población es de 5510 personas. Suponiendo que los nacimientos no variaran en el futuro. El reino de Xanadu desea tener un modelo de simulación que estime la población del reino los próximos 10 años.

#### Solución

#### a) Diagrama de influencias:



#### b) Diagrama Forrester:



#### c) Dynamo.

Variables:

Población: Pob, nacimiento: Nac

$L \text{ Pob}(t) = \text{Pob}(t - dt) + (\text{Nac}) * dt$

$N \text{ Pob} = 5510$

$R \text{ Nac}(t) = 100$

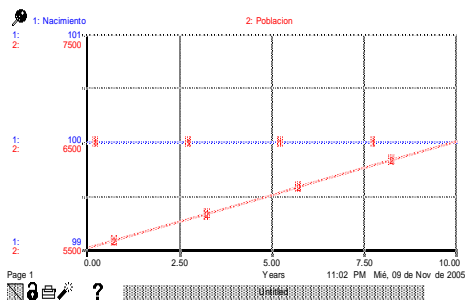
Save pob, nac

Spec dt=1, length= 10, savper= 1

#### d) Tabla:

T	Población	Nacimiento
0	5,510.00	100.00
1	5,610.00	100.00
2	5,710.00	100.00
3	5,810.00	100.00
4	5,910.00	100.00
5	6,010.00	100.00
6	6,110.00	100.00
7	6,210.00	100.00
8	6,310.00	100.00
9	6,410.00	100.00
Final	6,510.00	

### e) Grafica de la variables(Nivel, Flujos)

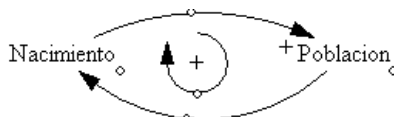


### EJERCICIO 2

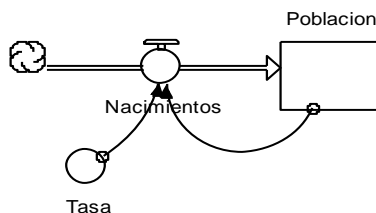
En el modelo anterior, los nacimientos se consideraban constantes, pero el crecimiento de la población no es constante. Se tiene que la población ha crecido en un 2% en el pasado reciente. Esto significa que una tasa de 0.02 personas/año se genera por cada persona de la población, o mejor dicho 2 nacimientos por año se generan por cada 100 miembros de la población. Construya el modelo con estas modificaciones.

#### Solucion

#### a) Diagrama de influencias:



#### b) Diagrama Forrester:



**c) Dynamo**

Variables:

Población: Pob, nacimiento: Nac,

Tasa : Tas

 $L \text{ Pob.k} = \text{Pob.j} + (\text{Nac.jk}) * dt$ 

N Pob = 5510

R Nac.kl = 100

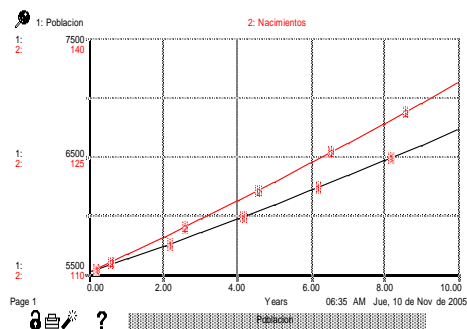
C tas=0.02

Save pob, nac

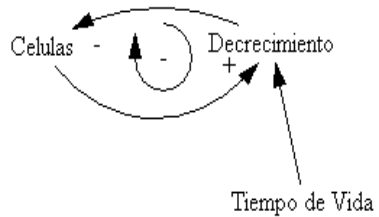
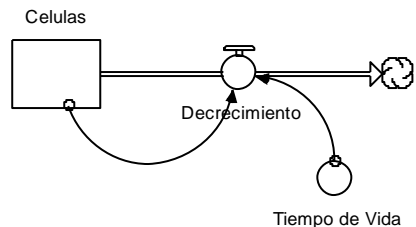
Spec dt=1, length= 10, savper= 1

**d) Tabla:**

T	Población	Nacimiento
0	5,510.00	110.20
1	5,620.20	112.40
2	5,732.60	114.65
3	5,847.26	116.95
4	5,964.20	119.28
5	6,083.49	121.67
6	6,205.15	124.10
7	6,329.26	126.59
8	6,455.84	129.12
9	6,584.96	131.70
Final	6,716.66	

**e) Grafica (Nivel, Flujos)****EJERCICIOS 3**

Una célula de levadura tiene un tiempo de vida promedio de 20 horas. Después de 80 horas cuantas células se tendrán. Si inicialmente se tienen 10 células.

**Solucion****a) Diagrama de influencias****b) Diagrama de Forrester****c) Dynamo**

Variables:

Celulas: Cel, Decrecimiento: dec

Tiempo de vida: tv

 $L \text{ Cel.k} = \text{Cel.j} + (- \text{Dec}) * dt$ 

N Cel = 10

R Dec.kl= Cel.k/tv

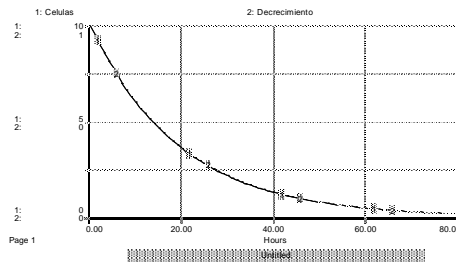
C tv =20

Save Cel, Dec

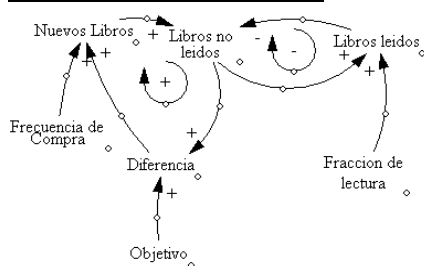
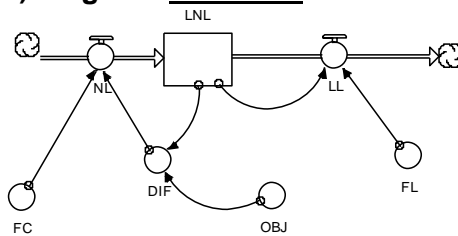
Spec dt=1, length= 80, savper= 1

**d) Tabla**

T	Cel	Dec
0	10.00	0.50
1	9.50	0.47
2	9.03	0.45
3	8.57	0.43
4	8.15	0.41
5	7.74	0.39
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
78	0.18	0.01
79	0.17	0.01
Final	0.17	

e) Grafica(nivel, flujos)**EJERCICIO 4**

Francisco es un filósofo que ama la lectura. Su opulento tío Midas intenta darle bastantes libros para mantenerlo ocupado todos los meses. Al tío Midas le gustaría que Francisco tuviera 15 libros no leídos en todo momento. Al comprar los libros, el tío Midas hace una lista de nuevos libros para Francisco y compra los libros de su lista que se están vendiendo en la librería local. Algunos de los libros que el tío Midas selecciona son raros y él a menudo sólo encuentra el 75% de ellos. Aun así él planea mantener un buen flujo de libros para su sobrino. Francisco, determinado a disminuir el ego de su tío por las contribuciones, ha decidido que él leerá la mitad de los libros cada mes, no importa cuántos sean. Aquí el modelo del número de libros no leídos por Francisco.

**Solucion**a) Diagrama de influencias:b) Diagrama Forrester:c) Dynamo.

Variables:

Libros no leídos: LNL,

Nuevos libros : NL,

Frecuencia de compra : FC

Libros leídos: LL, fraccion de lectura: FL

Diferencia: Dif, Objetivo: OBJ

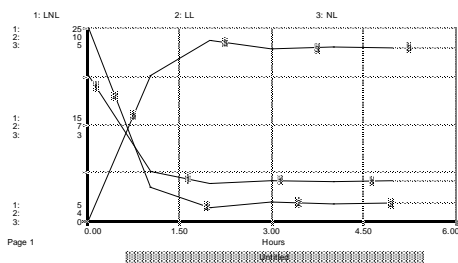
 $LNL.k = LNL.j + (NL.jk - LL.jk) * dt$  $NL.k = 20$  $NL.kl = DIF.k * FC$  $LL.kl = LNL.k * FL$  $DIF.k = OBJ - LNL.k$  $FC = 0.75$  $FL = .5$  $OBJ = 15$ 

Save LNL, NL, LL

Spec dt=1, length= 10, savper= 1

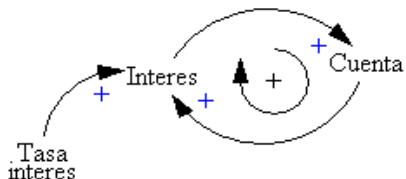
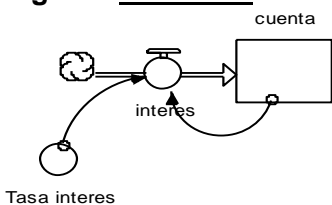
d) Tabla:

T	LNL	LL	NL
0	20.00	10.00	0.00
1	10.00	5.00	3.75
2	8.75	4.38	4.69
3	9.06	4.53	4.45
4	8.98	4.49	4.51
5	9.00	4.50	4.50
Final	9.00		

e) Grafica (Nivel, Flujos)

**EJERCICIO 5**

Suponga que Ud. deposita \$500 en una cuenta bancaria obteniendo el 10% de interés compuesto anual

**Solución****a) Diagrama de influencias:****b) Diagrama Forrester:****c) Dynamo:**

Variables:

Cuenta: Cuen, Interés: int,

Tasa interés : Tas

$L \text{ cuen.k} = \text{cuen.j} + (\text{int.k}) * dt$

$N \text{ cuen} = 500$

$R \text{ int.kl} = \text{tas} * \text{cuen.k}$

$C \text{ tas} = 0.01$

Save cuen, int

Spec dt=1, length= 10, savper= 1

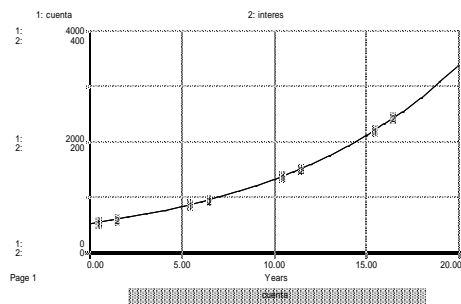
**d) Tabla:**

T	Cuen	int
0	500.00	50.00
1	550.00	55.00
2	605.00	60.50
3	665.50	66.55
4	732.05	73.20
5	805.26	80.53
6	885.78	88.58
7	<b>974.36</b>	<b>97.44</b>
8	1,071.79	107.18
9	1,178.97	117.90
10	1,296.87	129.69
11	1,426.56	142.66

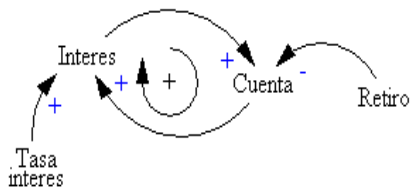
12	1,569.21	156.92
13	1,726.14	172.61
14	1,898.75	189.87
15	2,088.62	208.86
16	2,297.49	229.75
17	2,527.24	252.72
18	2,779.96	278.00
19	3,057.95	305.80
Final	3,363.75	

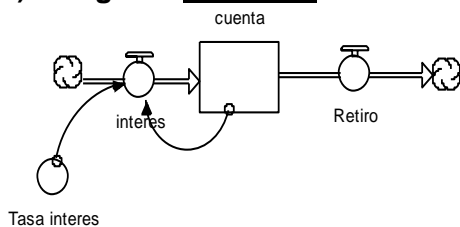
El tiempo para tener el monto duplicado es un poco más de 7 años

Tiempo de doblaje =  $0.7 / 0.1 = 7 \text{ años}$

**e) Grafica (Nivel, Flujos)****EJERCICIO 6**

En la primera parte de este problema Ud. depositó \$ 500 en el banco y lo deja ganado interés. Suponga que todo es como antes, pero usted retira constantemente \$ 50 cada año de la cuenta.

**Solución****a) Diagrama de influencias:**

**b) Diagrama Forrester:**

Para 400

T	Cuenta	int	ret
0	400.00	40.00	50.00
1	390.00	39.00	50.00
2	379.00	37.90	50.00
.	.	.	.
.	.	.	.
16	40.50	4.05	44.55
Final	0.00		

**c) Dynamo:**

Variables:

Cuenta:Cuen, Interes: int,

Tasa interés : Tas, retiro:ret

 $L \text{ Cuen.k} = \text{cuen.j} + (\text{int.jk} - \text{ret.jk}) * dt$  $N \text{ Cuen} = 500$  $R \text{ int.kl} = \text{tas} * \text{cuen.k}$  $R \text{ Ret.kl} = 50$  $C \text{ tas} = 0.01$ 

Save cuen, int, ret

Spec dt=1, length= 10, savper= 1

**d) Tabla:**

Para 500

T	cuenta	int	ret
0	500.00	50.00	50.00
1	500.00	50.00	50.00
2	500.00	50.00	50.00
Final	500.00		

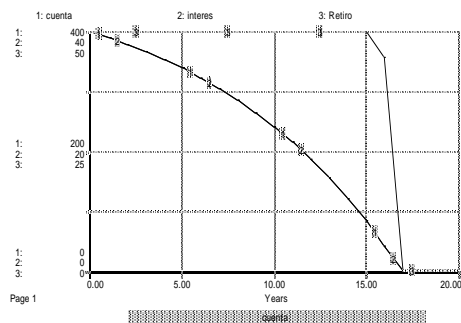
Se aprecia en la tabla la cuenta no aumenta es constante. La diferencia es que en la parte 1 aumenta.

Para 600

T	cuenta	int	ret
0	600.00	60.00	50.00
1	610.00	61.00	50.00
2	621.00	62.10	50.00
.	.	.	.
.	.	.	.
15	917.72	91.77	50.00

Como se aprecia en la tabla en el año 17 la cuenta desaparece.

El punto de equilibrio se da cuando la tasa de ingreso es 10% y el retiro también es de 10% para una cuenta de 500. en caso que es menor disminuye la cuenta.

**e) Grafica (Nivel, Flujos)**

La siguiente grafica es para una cuenta de 400 inicial.

**EJERCICIO 7**

Calculo de valores de equilibrio:

- Suponga que retira \$60 por año de una cuenta de ahorros donde se gana un 100% de interés. ¿cual sería el depósito que equilibra este sistema?
- Suponga que retira \$50 por año de una cuenta de ahorros donde se gana un 8% de interés. ¿cual sería que equilibra este sistema?

**Solucion:**

a)

$$\text{Flujo Interés} = \text{Flujo Retiro}$$

$$\text{tasa} * \text{Nivel} = 60$$

$$0.1 * \text{Cuenta} = 60$$

$$\text{Cuenta} = \$600$$

b) similarmente para 8% de interés con retiro de \$50 la cuenta es \$625

a) **Diagrama de influencias:**b) **Diagrama Forrester:**

Los diagramas son las mismas

c) **Dynamo:**

Variables:

Cuenta: Cuen, Int: int,

Tasa interés : Tas, retiro: ret

$$L \text{ Cuen.k} = \text{cuen.j} + (\text{int.jk} - \text{ret.jk}) * dt$$

$$N \text{ Cuen} = 500$$

$$R \text{ int.kl} = \text{tas} * \text{cuen.k}$$

$$R \text{ Ret.kl} = 50 + \text{step}(25, 5) // \text{step}(-20, 3)$$

$$C \text{ tas} = 0.01$$

Save cuen, int, ret

Spec dt=1, length= 10, savper= 1

Para retirar \$ 75 en el año 5 solo agregar la función step en el flujo de retiro como se muestra en la ecuación.

d) **Tabla:**

Aumenta a \$75 en el año 5

T	cuenta	int	ret
0	500.00	50.00	50.00
1	500.00	50.00	50.00
2	500.00	50.00	50.00
3	500.00	50.00	50.00
4	500.00	50.00	50.00
5	500.00	50.00	75.00

.

.

16 36.72 3.67 40.39

17 0.00 0.00 0.00

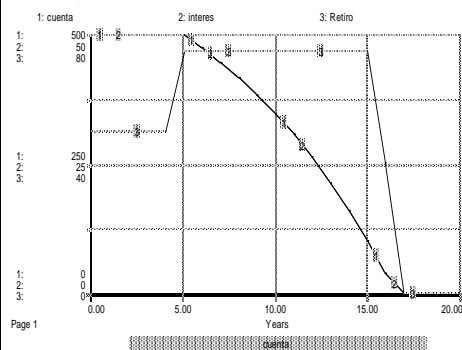
En el año 17 la cuenta es cero

Disminuye a \$30 en el año 3

T	cuenta	int	ret
0	500.00	50.00	50.00
1	500.00	50.00	50.00
2	500.00	50.00	50.00
3	500.00	50.00	30.00
4	520.00	52.00	30.00
.	.	.	.
.	.	.	.
15	927.69	92.77	30.00
16	990.45	99.05	30.00
17	1,059.50	105.95	30.00
18	1,135.45	113.54	30.00
19	1,218.99	121.90	30.00
Final	1,310.89		

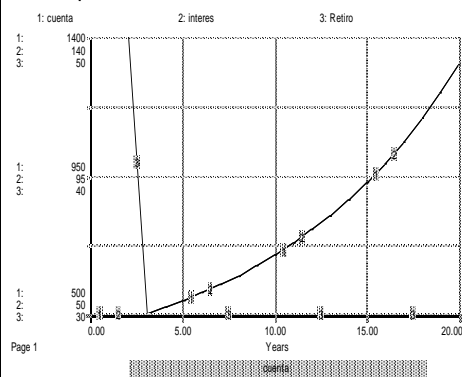
e) **Grafica (Nivel, Flujos)**

Para \$75 en año 5



En el año 17 la cuenta es cero

Para \$30 año 3



En el año 3 empieza crecer

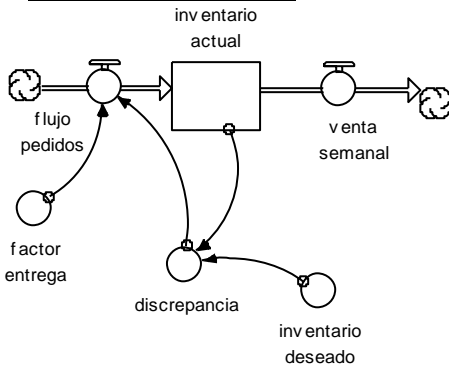
**EJERCICIO 8**

Una empresa distribuidora de computadoras desea mantener su inventario a un nivel de 20 computadoras. Los pedidos se hacen en función de la discrepancia (diferencia entre el inventario deseado y el inventario actual) y el factor de entrega, de la siguiente manera.

$$\text{FlujoPedidos} = \text{Discrepancia} * \text{FactorEntrega}$$

$$\text{Discrepancia} = \text{Inventariodeseado} - \text{InventarioActual}$$

Determine el factor de entrega adecuada en unidades /semana para que la empresa cumpla con su objetivo, si el inventario inicial es de 0 unidades y las ventas semanales son de 25 computadoras.

**Solución:****a) Diagrama de influencias:****b) Diagrama Forrester:****c) Dynamo:**

Variables:

Inventario Actual: InvAc,  
 flujo de pedidos:FPed,  
 Venta semanal: VenSem,  
 factor de entrega: FacEnt,  
 Discrepancia:Dis,  
 Inventario Deseado: InvDes,

$$L \text{ InvAc.k} = \text{InvAc.j} + (\text{FPed.jk} - \text{VenSem.jk}) * \text{dt}$$

$$N \text{ InvAc} = 0$$

$$R \text{ Fped.kl} = \text{FacEnt} * \text{Dis.k}$$

$$R \text{ VenSem.kl} = 25$$

$$A \text{ Dis.k} = \text{InvDes} - \text{InvAc.k}$$

$$C \text{ FacEnt} = 1.25$$

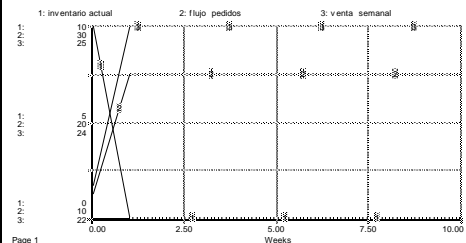
$$\text{Save InvAc, Fped, VenSem}$$

$$\text{Spec dt}=1, \text{ length}=20, \text{ savper}=1$$

**d) Tabla**

0	10.00	12.50	22.50
1	0.00	25.00	25.00
2	0.00	25.00	25.00
3	0.00	25.00	25.00
4	0.00	25.00	25.00
5	0.00	25.00	25.00
6	0.00	25.00	25.00
7	0.00	25.00	25.00
8	0.00	25.00	25.00
9	0.00	25.00	25.00

Final 0.00

**f) Grafica (Nivel, Flujos)**

El factor de entrega se calcula a partir de:

$$\text{FacEnt} * (\text{Dis} - \text{InvAc}) = \text{Vensem}$$

$$\text{FacEnt} * (20 - 0) = 25$$

$$\text{FacEnt} = 25 / 20$$

$$\text{FacEnt} = 1.25$$

Observación: con los datos dados en el ejercicio la grafica es constante:

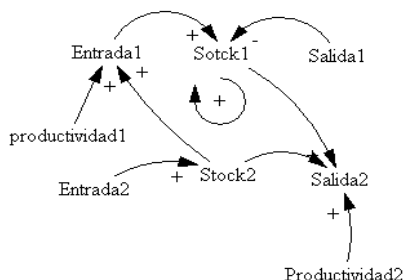
**Ejercicio 10**

Elabore el diagrama de niveles flujos para los siguientes ecuaciones.

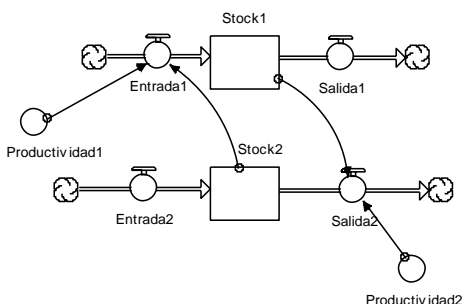
$Stock1(t) = Stock1(t-dt) + (Entrada1 - Salida1) * dt$   
 INIT Stock1 = 10  
 INFLOWS:  
 $Entrada1 = Stock2 * Productividad1$   
 OUTFLOWS:  
 $Salida1 = 10$   
 $Stock2(t) = Stock2(t-dt) + (Entrada2 - Salida2) * dt$   
 INIT Stock2 = 15  
 INFLOWS:  
 $Entrada2 = 10$   
 OUTFLOWS:  
 $Salida2 = Stock1 * Productividad2$   
 $Productividad1 = 1$   
 $Productividad2 = 1$

### Solución

#### a) Diagrama de influencias:



#### b) Diagrama Forrester:

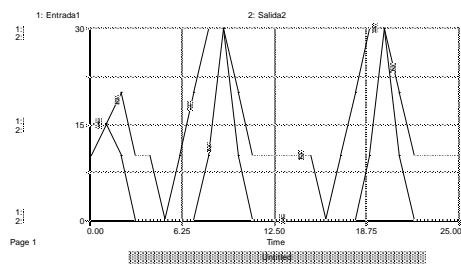
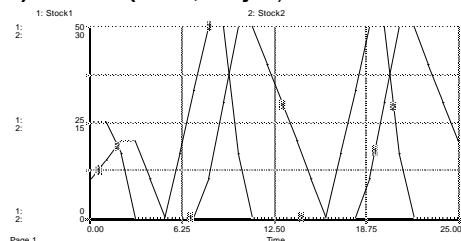


#### c) Tabla

T	Stock1	Stock2	Ent1	Sal2
0	10.00	15.00	10.00	15.00
1	15.00	15.00	15.00	15.00
2	20.00	10.00	20.00	10.00
3	20.00	0.00	10.00	0.00

20      30.00      30.00      30.00      30.00

#### d) Grafica (Nivel, Flujos)



#### Ejercicio 11.

El siguiente diagrama de flujo y niveles de hizo para experimentar un sistema idealizado de banda elástica para saltos al vacío (puenting), que es un deporte muy peligroso. La banda elástica esta idealizada y no se tiene en cuenta la fricción del aire.

- **Altura:** Esto es cuan alto el deportista esta en la plataforma.
- **Velocidad :** Es la velocidad del deportista . si es negativo es descendente.  
Velocidad = momento/masa
- **Momento:** es momento debido a la fuerza que lleva el deportista inicialmente es igual a cero.
- **Fuerza de Gravedad:** es le cambio en el momento debido a la fuerza de gravedad.  
Fuerza\_de\_gravedad = masa \* aceleracion
- **Fuerza restauradora:** es el cambio de la banda elastica que tira del deportista. La ley de Hooke es:  $F = -k \cdot x$ . La dirección de la fuerza restauradora es manejada por la dirección del flujo.  
Fuerza\_restauradora =

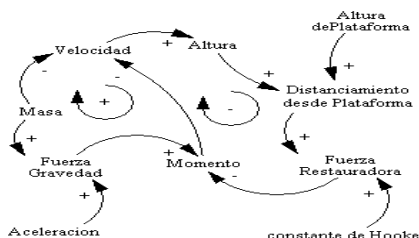


Constante\_de\_hooke\*desplazamiento\_desde\_plataforma.

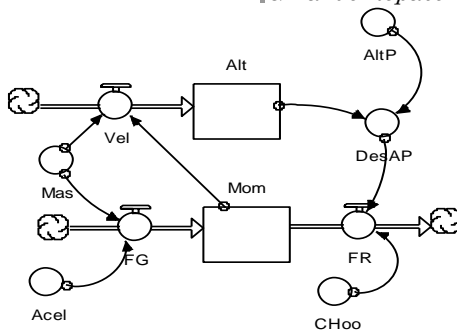
- **Aceleración:** es la aceleración gravitatoria de la tierra que para nuestro caso consideramos -9.8 metros por segundo.
  - **Ahora de la plataforma:** es la altura a la que se encuentra la plataforma desde la que salta los deportistas y que esta a 100 metros del suelo.
  - **Constante de Hooke:** determina la fortaleza de la banda elástica en un sistema masa-resorte. Para nuestro ejemplo emplearemos una banda muy fuerte con constante de Hooke de 20.
  - **Desplazamiento desde la plataforma:** esta determina cuan lejos esta el deportista con la relación a la plataforma. Desplazamiento desde plataforma=altura-de plataforma
  - **Masa:** es el peso que tiene el deportista. Supongamos que el deportista tiene una masa de 75.
  - Se podría probar este modelo con diversas masa de personas que saltan,, también podríamos probar con gravedades de diferentes lugares, y con constantes de Hooke para diferentes bandas elásticas.
- a) Dibuje el diagrama causal de este sistema.
- b) Escriba las ecuaciones. Indique el significado de cada elemento. Que esté creando para emplearlo en sus ecuaciones por ejemplo: M significa masa.

### Solución:

#### a) Diagrama de influencias:



#### b) Diagrama Forrester:



#### c) Dynamo:

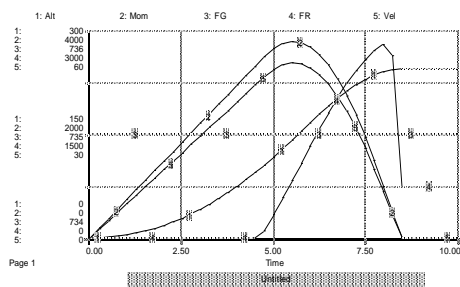
Variables:

Altura: Alt, Velocidad:Vel, Masa:Mas,  
Aceleración:Acel, Momento: Mom,  
Constante Hooke: Choo,  
Desplazamiento Plataforma: DesAP,  
Altura de Plataforma: AltP,  
Fuerza de Gravedad: FG,  
Fuerza Restauradora: FR,  
 $L \text{ Alt.k} = \text{Alt.j} + (\text{Vel.jk}) * dt$   
 $N \text{ Alt} = 0$   
 $R \text{ Vel.kl} = \text{Mom.k/Mas}$   
 $L \text{ Mom.k} = \text{Mom.j} + (\text{FG.jk} - \text{FR.jk}) * dt$   
 $N \text{ Mom} = 0$   
 $R \text{ FG.kl} = \text{Acel} * \text{Mas}$   
 $R \text{ FR.kl} = \text{CHoo} * \text{DesAP.k}$   
 $A \text{ DesAP.k} = \text{Alt.k} - \text{AltP}$   
 $C \text{ Acel} = 9.8$   
 $C \text{ AltP} = 100$   
 $C \text{ CHoo} = 20$   
 $C \text{ Mas} = 75$   
 Save Alt,Mom,FR,FG,Vel  
 Spec dt=1,length=10,savper=1

#### d) Tabla

T	Alt	Mom	FR	Vel
0	0.00	0.0	0.0	0.00
1	0.00	735.0	0.0	9.80
2	9.80	1,470.0	0.0	19.60
3	29.40	2,205.0	0.0	29.40
4	58.80	2,940.0	0.0	39.20
5	98.00	3,675.0	0.0	49.00
6	147.0	4,410.0	940.00	58.80
7	205.80	4,205.0	2,116.0	56.07
8	261.87	2,824.0	3,237.3	37.65
9	299.52	321.67	1,056.67	4.29
Final	303.81	0.00	735.00	0.00

#### e) Grafica (Nivel, Flujos)



## EJERCICIO 12

La propagación de enfermedades infecciosas bajo ciertas condiciones exhibe crecimiento sigmoideal. Epidemias típicas tales como las infecciones del tracto respiratorio superior, catarro, gripe, resfrió y virus menores.

Un modelo de un solo nivel replica el crecimiento de una epidemia con los siguientes suposiciones:

- Población constante, no se permite la migración
- La población infectada no es curada durante el curso de la epidemia y contribuye en la tasa de contagio.
- Ocurre aceptable mezcla de la población susceptible con la población infectada. La población susceptible de ser contagiada es la población no infectada.
- Se tienen 2 constantes: infecciones por contagio al 10% (sin dimensión), fracción de contactos normal igual al 2% (Fracción /persona/día)
- Se tiene que:

$$TasaContagio = InfeccionesContacto * FraccionContactosNormal * poblacionInfectada * PoblacionSusceptible$$

- La población total es de 100 personas, la población infectada inicialmente es de 5%

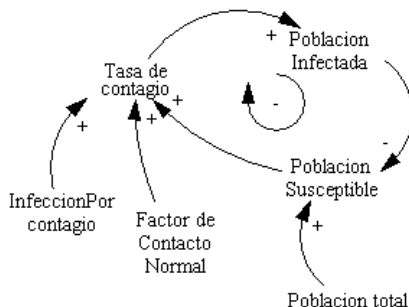
a) dibuje el diagrama causal para el sistema.

b) dibuje el diagrama de flujo y de niveles para el sistema.

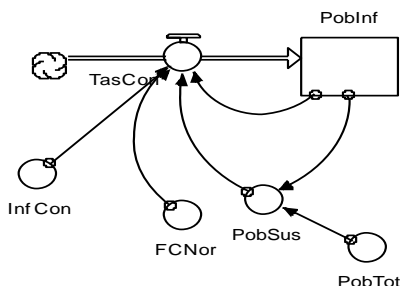
c) dibuje las curvas a través del tiempo (en días) para: Población susceptible, población infectada, tasa de contagio.

Solución :

### a) Diagrama de influencias:



### b) Diagrama Forrester:



### c) Dynamo:

Variables:

Poblacion infectada: PoblInf

Poblacion Total: Pobl Tot,

Poblacion Susceptible: PoblSus

Tasa de contagio: TasCon,

Infeccion Por contagio : InfCon

Fracion de ContactoNormal: FcNor

L PoblInf.k = PoblInf.j + (TasCon.jk) \* dt

N PoblInf = 5

R TasCon.kl = InfCon \* FcNor \* PoblSus.k \* PoblInf.k

A Pobsus.k = PoblTot - PoblInf.k

C InfCon = 0.1

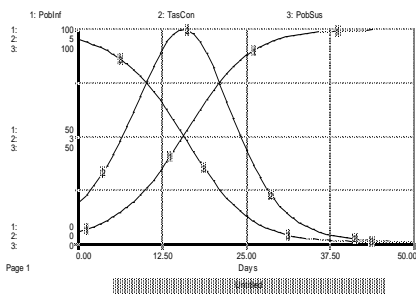
C FcNor = 0.02

Save PoblInf, PoblSus, TasCon

Spec dt=1, length=10, savper=1

**d) Tabla**

T	poblInf	TasCon	PobSus
0	5.00	0.95	95.00
1	5.95	1.12	94.05
2	7.07	1.31	92.93
3	8.38	1.54	91.62
4	9.92	1.79	90.08
....	....	....	....
....	....	....	....
48	99.92	0.02	0.08
49	99.93	0.01	0.07
Final	99.95		0.05

**e) Grafica (Nivel, Flujos)****EJERCICIO 13**

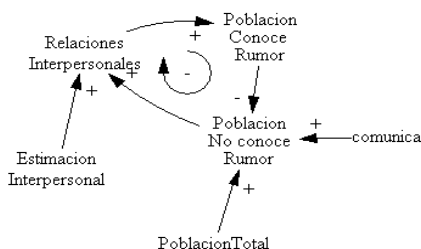
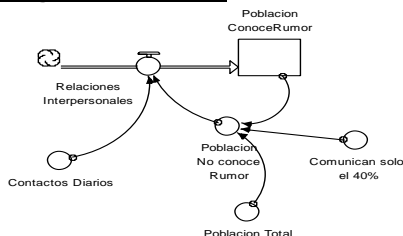
10 personas buscando sacar provecho esta corriendo un rumor sobre el sistema bancario en una ciudad cuya población es de 20000 habitantes y donde no existe migración. Los rumores se propagan mediante las relaciones interpersonales y los medios de comunicación no contribuyen a su propagación. La estimación diaria de los contactos interpersonales para la ciudad es de 60%. En las relaciones interpersonales sólo el 40% de las personas que conoce el rumor lo comunica a otras personas que la desconocen.

1. Elabore el diagrama causal.
2. Elabore el diagrama de Forrester.
3. Elabore su modelo en Dynamo. En un mismo gráfico utilizando una misma escala muestre la población que conoce el rumor VS tiempo, la población que desconoce el rumor VS tiempo, la

población que desconoce el rumor VS tiempo.

4. Elabore su modelo en STELLA. En un mismo gráfico utilizando una misma escala muestre la población que conoce el rumor VS tiempo, la población que desconoce el rumor VS tiempo.
5. Realice una interpretación del modelo.

Solución:

**a) Diagrama de influencias:****b) Diagrama Forrester.****c) Dynamo:**

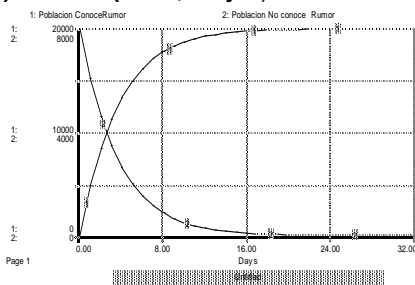
Variables

Población Conoce Rumor: Pcr,  
Relaciones interpersonales: RI  
Contactos Diarios: Cd  
Población no conoce rumor: Pncr  
Comunica: Com, Población total: PT

$L \text{ pcr.k} = \text{pcr.j} + dt * (Ri.jk)$   
 $N \text{ pcr} = 10$   
 $R \text{ Ri.kl} = cd * Pncr.k$   
 $A \text{ pncr.k} = (pt - \text{pcr.k}) * com$   
 $C \text{ com} = 0.4$   
 $C \text{ pt} = 20000$   
 $C \text{ cd} = 0.6$   
 Save Pcr, pncr,  
 Spec dt=1, length=10, savper=1

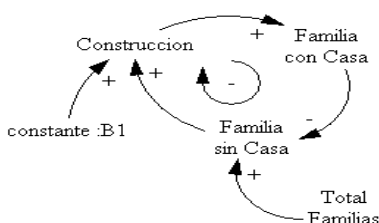
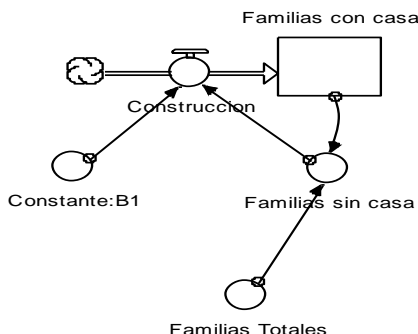
**d) Tabla**

T	Pcr	Pncr
0	10.00	7,996.00
1	4,807.60	6,076.96
2	8,453.78	4,618.49
3	11,224.87	3,510.05
....	....	....
....	....	....
31	19,995.96	1.61
Final	19,996.93	1.23

**e) Grafica (Nivel, Flujos)****Ejercicio 14**

Un terreno es invadido por 100 familias para construir un asentamiento humano, la construcción de casas es proporcional a la cantidad de familias que todavía no tienen casa cuya constante de proporcionalidad es de  $B_1=0.8$ . Elabore su diagrama causal, su modelo en stella y dynamo para el sistema. En cada uno de los modelos muestre en un mismo gráfico y en una misma escala muestre el flujo de construcción de casas vs tiempo y el nivel casas construidas vs tiempo.

Solución

**a) Diagrama de influencias:****b) Diagrama Forrester.****c) Dynamo.**

Variables:

Familias con casa: fc.

Construcción: const.

Familias sin casas: fsc.

Familias totales: ft.

Constante: cte.

$L \text{ fc.k} = \text{fc.j} + dt * (\text{const.jk})$

$N \text{ fc} = 0$

$R \text{ const.kl} = \text{cte} * \text{fsc.kl}$

$A \text{ fsc} = \text{ft} - \text{fc.k}$

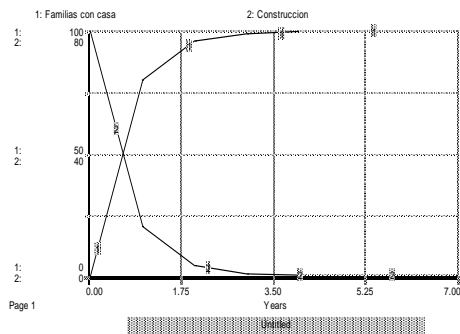
Save fc, const.

Spec  $dt=1$ , length=12, savper=1.

**d) Tabla.**

T	fc	const.
0	0.00	80.00
1	80.00	16.00
2	96.00	3.20
3	99.20	0.64
4	99.84	0.13
5	99.97	0.03
6	99.99	0.01
Final	100.00	

## e) Grafica(Nivel, Flujos).

 **EJERCICIO 15**

En las casas construidas de un asentamiento humano, cuya población es 100, se desea instalar un teléfono. La velocidad de instalación de teléfonos es proporcional a la cantidad de casas que habiendo sido construidas todavía no tienen teléfono. La cantidad de casas construidas es de 100 familias y al inicio ninguna tiene teléfono.

En nuestro caso la instalación de los teléfonos (uso de teléfonos) es la innovación y para la difusión de la innovación se presentan las siguientes modelos:

## 1) Modelo de Coleman

Según Coleman:

- La población de usuarios esta limitado a la población y se mantiene constante en el tiempo;
- Todos los miembros de la población eventualmente usan la innovación;
- El proceso de difusión (instalación) procede de una fuente constante e independiente de la cantidad de usuarios;
- El impacto de esta fuente constante e impersonal en todos los usuarios no es la misma.

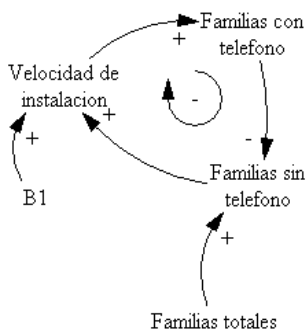
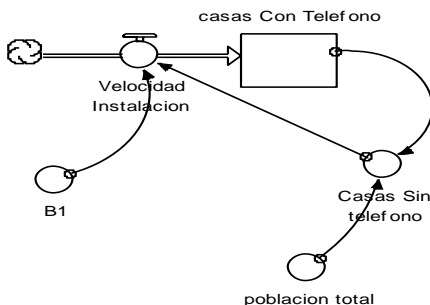
Basándose en esas suposiciones la tasa de uso (flujo de instalación) con respecto al tiempo esta dada por:

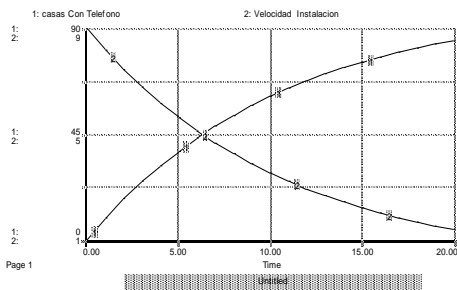
$$\frac{da(t)}{dt} = B_1 [N - a(t)]$$

donde  $B_1$  es una constante,  $a(t)$  es la cantidad de usuarios en el tiempo  $t$  y  $N$  es la población. Este modelo da una curva exponencial creciente con un limite superior para el comportamiento temporal de  $a(t)$ .

Utilizando  $B_1=0.09$ . Elabore el diagrama causal y su modelo en stella.

Solucion:

A) Diagrama de influenciasB) Diagrama de ForresterC) DynamoD) Tabla

E) Grafico(Nivel, Flujo)

## 2) Modelo de Dodd:

Una de las limitaciones del modelo de Coleman es que no considera el efecto de imitación. Esto lo supera Dodd quien propone, en adición a las dos primeras suposiciones del modelo de Coleman, que:

- Todos los usuarios son imitadores y usan la innovación (teléfono) sólo después de ver a otro usando la innovación;
- La tasa de uso depende no sólo de la cantidad de los que han usado, sino también de la proporción de la máxima cantidad de usuarios que aún no han usado;
- La probabilidad de que cualquier par de individuos se encuentre (usuario - usuario, usuario - no usuario, no usuario - usuario) es la misma.

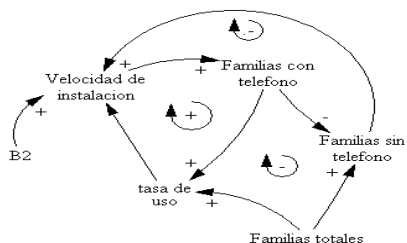
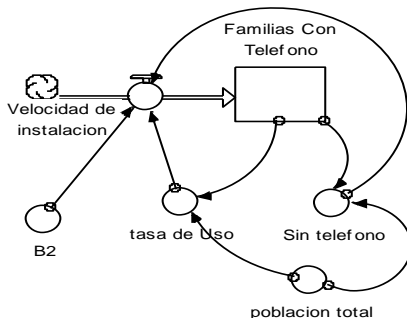
Basándose en estas suposiciones, la tasa de uso está dada por:

$$\frac{da(t)}{dt} = B_2 \frac{N - a(t)}{N} a(t)$$

donde  $B_2$  es una constante,  $a(t)$  es la cantidad de usuarios en el tiempo  $t$  y  $N$  es la población. Este modelo da un patrón de difusión en forma de S.

Utilizando  $B_1=0.09$ . Elabore el diagrama causal y su modelo en stella.

## Solucion

A) Diagrama de InfluenciasB) Diagrama de ForresterC) Dynamo

Variables:

Familias telefono(imitación): Ft,

Velocidad instalacion(imitación): Vi

Poblacion total:pt, Tasa de uso: Ts, B2,

Sin Telefono: stf

L ft.k = ft.j+dt\*(Vi.jk)

N ft=1

R Vi.kl= B2\*stf.kl\*ts

A stf= pt-ft.k

A ts.k=ft.k/pt

C B2=0.09

C pt=100

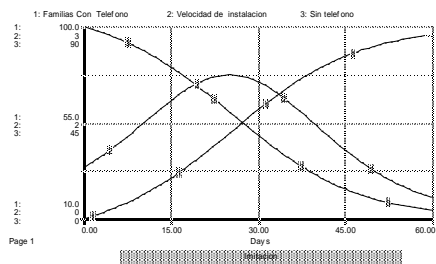
Save ft, stf, vi

Spec dt=1, length=30, savper=1.

D) Tabla

T	ft	Vi	stf
0	10.00	0.81	90.00
1	10.81	0.87	89.19
2	11.68	0.93	88.32
.....	.....	.....	.....
29	59.10	2.18	40.90
Final	61.27		38.73

### E) Grafico (Nivel, Flujo)



### 3) Modelo de Schoeman:

Este modelo es una versión generalizada de los modelos de Coleman y Dodd debido a que reconoce el hecho de que las decisiones de uso se toman en parte por imitación y en parte a través de fuentes impersonales. Por lo tanto propone:

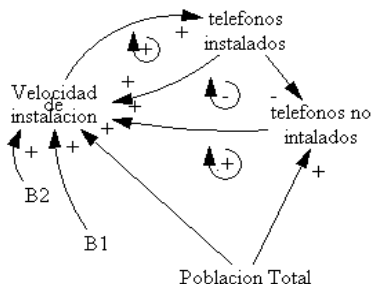
$$\frac{da(t)}{dt} = B_1[N - a(t)] + B_2 \frac{N - a(t)}{N} a(t)$$

donde  $B_1$  y  $B_2$  son constantes,  $a(t)$  es la cantidad de usuarios en el tiempo  $t$  y  $N$  es la población. Este modelo también da un patrón de difusión en forma de S.

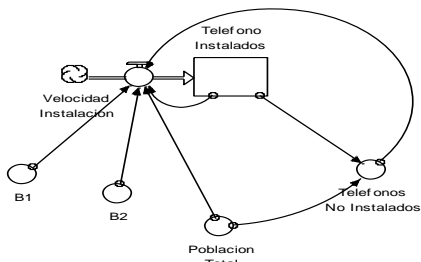
Utilizando  $B_1=0.09$  y  $B_2=0.07$ . Elabore el diagrama causal y su modelo en stella.

Solucion:

### A) Diagrama de influencias



### B) Diagrama Forrester



### C) Dynamo

Variable:

Telefono Instalados: TI, Población Total: PT

Telefonos No instalados: TNI, B1, B2

Velocidad de instalacion: VI

$L \text{ TI.k} = \text{TI.j} + (\text{VI}) * dt$

$N \text{ TNI} = 1$

$R \text{ VI.kl} = B1 * \text{TNI} + B2 * (\text{TNI} / \text{PT}) * \text{TI}$

$A \text{ TNI} = \text{PT} - \text{TI}$

$C \text{ B1} = 0.09$

$C \text{ B2} = 0.07$

$C \text{ PT} = 100$

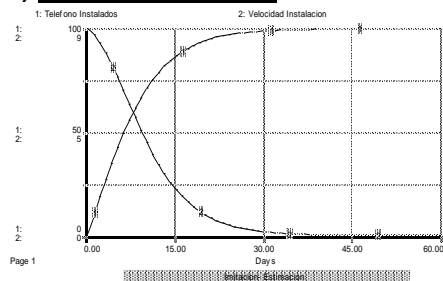
Save TI, TNI, VI

Spec dt=1, length= 60, savper=1

### D) Tabla

T	TI	VI	TNI
0	1.00	8.98	99.00
1	9.98	8.73	90.02
2	18.71	8.38	81.29
3	27.09	7.94	72.91
.....	.....	.....	.....
27	98.26	0.28	1.74
.....	.....	.....	.....
44	99.91	0.01	0.09
Final	99.99		0.01

### E) Grafico(nivel, Flujos)



**Ejercicio 16**

Un terreno es invadido por 100 familias para construir un asentamiento humano, la construcción de casas es proporcional a la cantidad de familias que todavía no tienen casa cuya constante de proporcionalidad es de  $K_1=0.8$ .

Asimismo, en cada casa construida desea instalar un teléfono. La velocidad de instalación de teléfonos está definido por el modelo de Schoeman. Las constantes son  $B_1=20\%$  y  $B_2=15\%$ .

Elabore el diagrama causal y su modelo en stella.

Solucion:

**A) Diagrama de Influencias.****B) Diagrama de Forrester.****C) Dynamo.****D) Tabla.****E) Grafica.****Ejercicio 17****Ratas**

En sus experimentos con ratas noruegas, observó el efecto de hacinamiento en la mortalidad de ratas infantiles:

Se confinó una población de ratas noruegas salvajes en un área cerrada, con abundancia de alimentos y lugares para vivir, con las enfermedades y predaciones eliminadas o minimizadas; sólo la conducta de los animales con respecto con ellos mismos permaneció como un factor que podía afectar el incremento en su número. No podría haber escape de las consecuencias de conducta al aumentar la

densidad de la población. Considere lo siguiente:

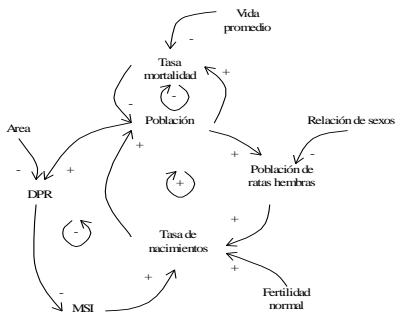
- El área de 11000 pies cuadrados confinado no permite la migración, ni la predación. Inicialmente se tienen 10 ratas. Existe disponibilidad amplia y suficiente de alimentos. El espacio confinado tiene un entorno constante (es decir no hay cambios anormales en el tiempo, ni en la temperatura). Se descarta los efectos de la edad en la capacidad de reproducción. La vida promedio de una rata es de 22 meses
- La relación de sexo machos/hembras de la población es 0.5 (sin dimensión)
- Tasa de nacimientos de ratas = fertilidad normal de ratas \* población de ratas hembras \* multiplicador de supervivencia infantil (ratas/mes)
- Fertilidad normal de ratas = 0.4 (Ratas/hembra/mes)
- Población de ratas hembras = Población de ratas \* Relación de sexo macho/hembra
- El multiplicador de supervivencia infantil (MSI) está relacionado con la densidad de población de ratas (DPR) de la siguiente manera:

MSI	1.00	1.00	0.96	0.92	0.82
0.70	0.52	0.34	0.20	0.14	0.10
DPR	0.000	0.0025	0.0050	0.0075	0.0100
0.0125	0.0150	0.0175	0.0200	0.0225	0.0250

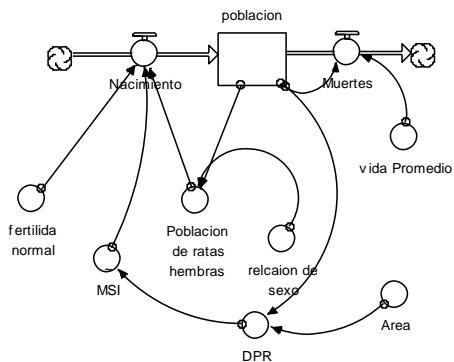
- Densidad de población de ratas = población de ratas/área (ratas/pie cuadrado). Solución:

**A) Diagrama de Influencias:**





## B) Diagrama de Forrester :



## C) Dynamo:

Variables:

Población: pob, relación de sexos:rs,

Tasa de nacimientos: tnac, area: area,

Tasa de muerte: tmuerte, msi, DPR,

Fertilidad normal: fnr, vida promedio: vpr,

población de ratas hembras: prh,

$L \text{ pob.k} = \text{pob.j} + (\text{dt})(\text{tnac.jk} - \text{tmuerte.jk})$

$N \text{ pob} = 10$

$R \text{ tnac.kl} = \text{fnr} * \text{prh.k} * \text{msi.k}$

$C \text{ fnr} = 0.4$

$R \text{ tmuerte.kl} = \text{pob.k} / \text{vpr}$

$A \text{ prh.k} = \text{rs} * \text{pob.k}$

$A \text{ msi.k} = \text{table}(\text{tmsi}, \text{dpr.k}, 0, 0.025, 0.0025)$

$T \text{ tmsi} = 1/1/.96/.92/.82/.70/.52/.34/.20/.14/.1$

$A \text{ dpr.k} = \text{pob.k} / a$

$C \text{ fnr} = 0.4$

$C \text{ vpr} = 22$

$C \text{ a} = 11000$

$C \text{ rs} = .5$

save tmuerte,pob,tnac

spec savper=1,length=50,dt=1

## D) Tabla:

T	pob	tnac	tmuerte
0	10.00	0.45	2.00
1	11.55	0.52	2.31
2	13.33	0.61	2.67
.....	.....	.....	.....
8	31.57	1.44	6.28
.....	.....	.....	.....
17	106.69	4.85	17.75
.....	.....	.....	.....
32	209.96	9.54	10.55
.....	.....	.....	.....
48	214.55	9.75	9.77
49	214.57	9.75	9.77
Final	214.59		

## E) Grafica( Nivel, Flujo):

