

## 5.25. LA FAROLA DE DARDER

Los científicos se ocupan del estudio de fenómenos desconocidos y tratan de encontrar sus causas, con el propósito de erradicar las ancestrales supersticiones populares. La investigación aquí desarrollada se centra en el estudio de un fenómeno eléctrico sin una aparente explicación lógica.

Se trata de una farola que tiene un misterioso comportamiento cuando llega la noche. Así, cuando oscurece la bombilla de la farola se enciende y apaga a intervalos de 2 segundos, hasta que finalmente al cabo de pocas horas – siempre antes de la llegada del amanecer- la bombilla se funde. Y así bombilla tras bombilla todas son destruidas.

La farola no presenta ninguna anomalía en sus componentes mecánicos ni eléctricos, de forma que todas las pruebas realizadas por diversos técnicos no han permitido detectar ningún defecto de fabricación. También se ha comprobado que la instalación es general y que la tensión que recibe es estable.

Se han probado diferentes marcas de bombillas, la instalación ha sido revisada en innumerables ocasiones, existen farolas similares en los alrededores que funcionan sin problemas, y no se ha encontrado ninguna causa razonable a este extraño fenómeno.

### LOS EQUIPOS INVESTIGADORES

#### PRIMER EQUIPO DE INVESTIGACION

Para estudiar el fenómeno se formó un primer equipo de investigación formado por un ingeniero eléctrico especializado en conducciones subterráneas, un perito mecánico con amplia experiencia en montajes industriales y un reputado aparejador local.

Este primer equipo redactó un detallado documento descriptivo del emplazamiento de la farola, y de sus componentes físicos y eléctricos. No pudo encontrar la causa del extraño comportamiento en el plazo de tiempo de que dispusieron.

Finalmente el valioso documento se perdió por un extraño problema eléctrico en el ordenador donde lo tenían almacenado.

#### SEGUNDO EQUIPO DE INVESTIGACION

Se formó a continuación un segundo equipo con un perfil muy diferente. Se contó con la colaboración de una vidente especialista en fenómenos paranormales, un jardinero jubilado y su ayudante, un administrador de fincas urbanas, una dotación de la policía municipal conocedora de la zona, y también se contó con la colaboración desinteresada de los vecinos y antiguos porteros de la finca donde se halla situada la farola.

Las reuniones de este segundo grupo fueron desde el primer momento muy conflictivas debido a la vehemente postura de alguno de los vecinos, y el deseo de dirigir la investigación por parte de la dotación de la policía municipal.

Para intentar llegar a algún acuerdo se añadió a este segundo equipo la asesoría de un gabinete de psicólogos especializado en trastornos de la conducta, un famoso psiquiatra argentino, un periodista americano, un biólogo y un técnico paisajista.

Este segundo equipo no llegó a redactar ningún documento por las persistentes diferencias de criterio entre algunos de sus miembros que hizo imposible acordar un escrito final.

### **TERCER EQUIPO DE INVESTIGACION**

Finalmente, se encargó de la investigación un estudiante de creación de modelos de simulación con Dinámica de Sistemas, el cual deseaba poder utilizarlo como trabajo de campo en el estudio de los fenómenos contraintuitivos.

Sus resultados, que son los que se muestran a continuación, permitieron comprender las causas del fenómeno y como conclusión se hizo una propuesta fácil de llevar a la práctica para solucionar el problema.

### **INFORME FINAL DEL TERCER EQUIPO DE INVESTIGACION**

#### **SITUACION**

La farola objeto de estudio se halla situada en la fachada de una finca en la calle Doctor Francesc Darder 18 de Barcelona. La calle lleva el nombre de un explorador y biólogo que trajo desde Namibia el cuerpo disecado de un enigmático hechicero de raza negra, el cual estuvo expuesto al público durante más de cincuenta años en la población de Banyoles.

La finca donde se halla la farola está rodeada de una zona ajardinada, y dispone de dos farolas idénticas en la fachada principal. Pueden verse imágenes de la finca en <http://www.qdq.com> La farola que presenta el enigmático comportamiento es la que se halla situada junto a la escalera central de acceso.

Justo enfrente a la farola estudiada existe una capilla católica. A menos de cien metros de la farola se halla el Consulado de EE.UU. con todos sus complejos equipos de comunicación.

## DESCRIPCION DE LA FAROLA

La farola es metálica con un pié de color blanco, y en su parte superior tiene un cilindro metálico con aberturas laterales del mismo color, en cuyo interior se coloca la bombilla.

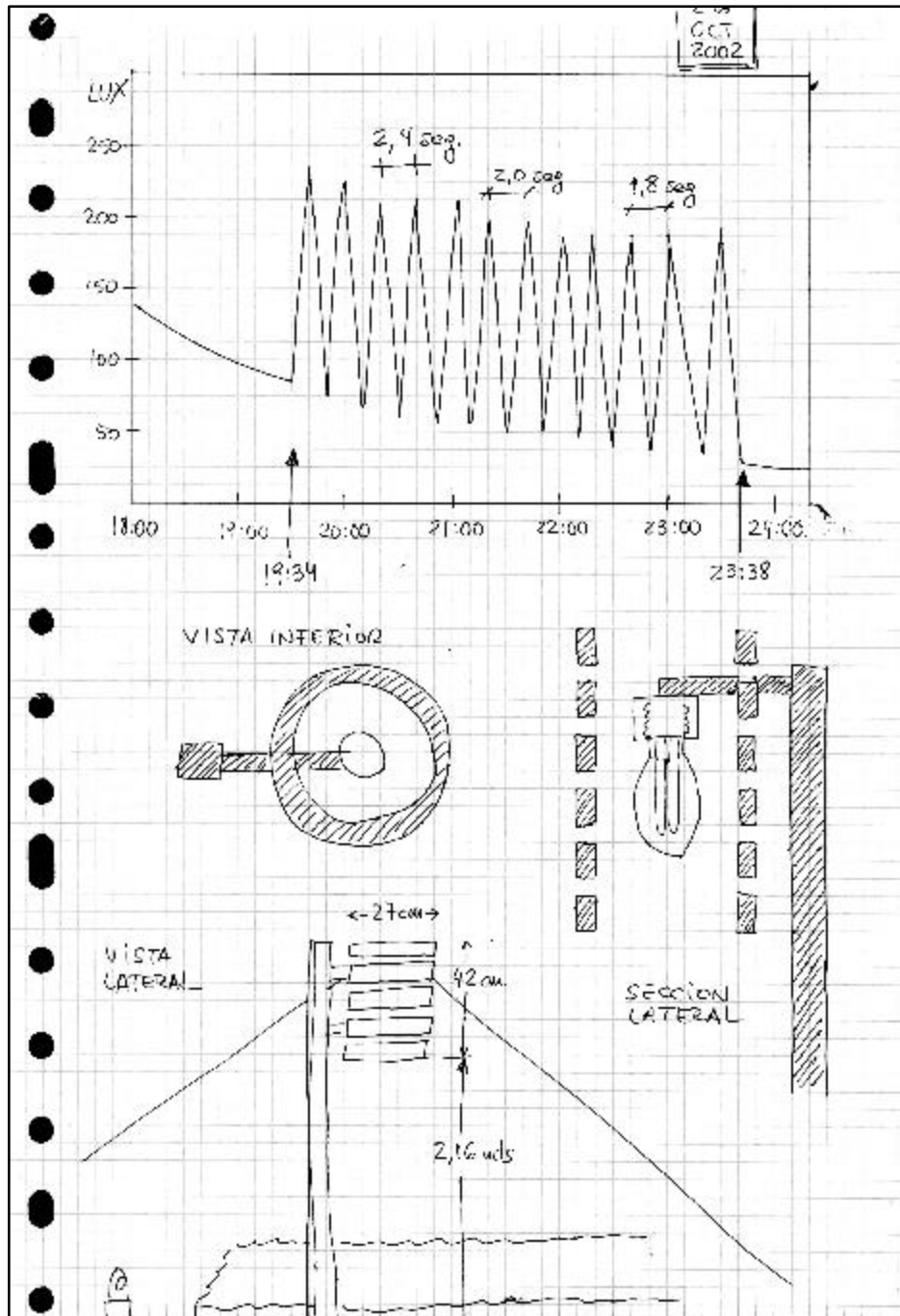
La farola aloja en su interior una bombilla de 250 vatios y está conectada a 220 voltios de corriente. Se utilizan bombillas de calidad, de la marca Philips de bajo consumo y larga duración para las farolas situadas en la misma finca. En la investigación se han probado varios tipos de bombillas, de diferentes marcas y modelos (todas pagadas por el estudiante).

El encendido de la farola es automático y para ello dispone de un accesorio blanco adosado a la pared más cercana que al oscurecer enciende automáticamente la farola, y al amanecer la apaga.



El investigador realizó el esquema de la página siguiente. En la parte superior del documento podemos observar la secuencia de encendidos y apagados que se observa.

La hora en la que se produce el primer encendido (que depende de la fecha de observación ya que el encendido es automático por sensor), y el intervalo que existe entre diferentes encendidos. Tras una larga espera se registró la hora en la que la bombilla se funde.



En la zona central del documento tenemos unas secciones de la farola, y en la zona inferior un dibujo con las medidas de la farola.

## TEORIAS

El estudiante que forma el tercer equipo de investigación comenzó su trabajo recogiendo las teorías que existían sobre el mismo.

La opinión de algunos vecinos del inmueble sitúa la causa de este comportamiento en la existencia de fuertes vientos laterales que entran por las rendijas de la farola y hacen que la bombilla se golpee contra la farola y por eso se funde la bombilla. Esta teoría no explica porqué se funden las bombillas cuando no hace viento ni porqué sólo se funden las bombillas en una de las lámparas.

Otra teoría que se recogió hacía referencia a los rezos que se hacen en la cercana capilla por la noche, que provocan la ira del hechicero negro que trajo el biólogo Sr. Darder.

También se especulaba sobre la existencia de un campo magnético procedente de algún equipo secreto instalado en el Consulado de EE.UU, situado muy cerca, pero el hecho de que todos los otros equipos eléctricos del edificio funcionasen con normalidad no avalaban esta teoría.

## ANALISIS DEL PROBLEMA CON UN MODELO DINÁMICO DE SIMULACION

El estudiante del tercer equipo de investigación decidió prescindir de las teorías existentes por su falta de rigor y porque no explican en modo alguno el fenómeno, y decidió hacer un modelo dinámico de simulación.

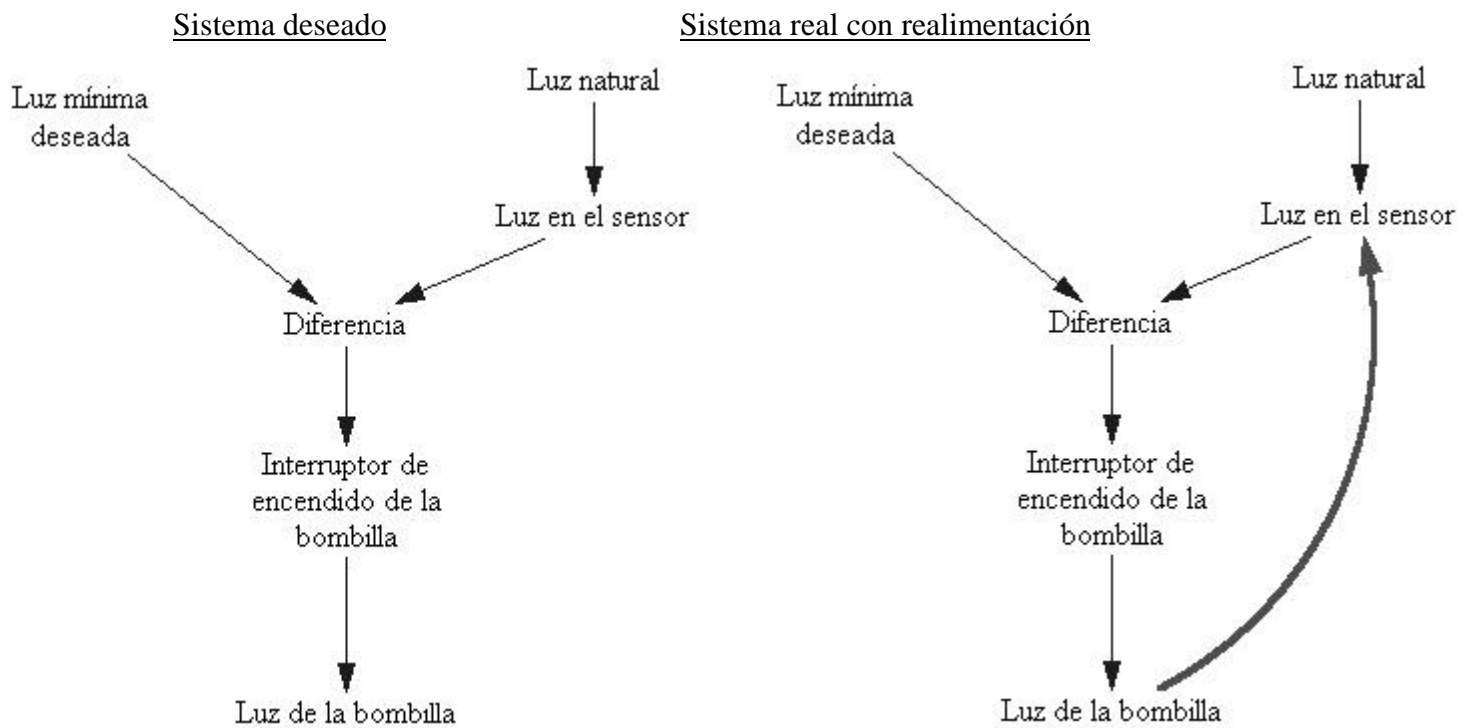
Estructuró el modelo según un diagrama causal, y después construyó el Diagrama de Forrester antes de introducirlo en el ordenador. La gráfica siguiente muestra el modelo final donde se incluyen los elementos básicos del sistema estudiado.

En resumen, el modelo recoge que el sensor enciende la bombilla cuando la luz natural es menor que un valor deseado, y la apaga cuando es mayor que ese valor.

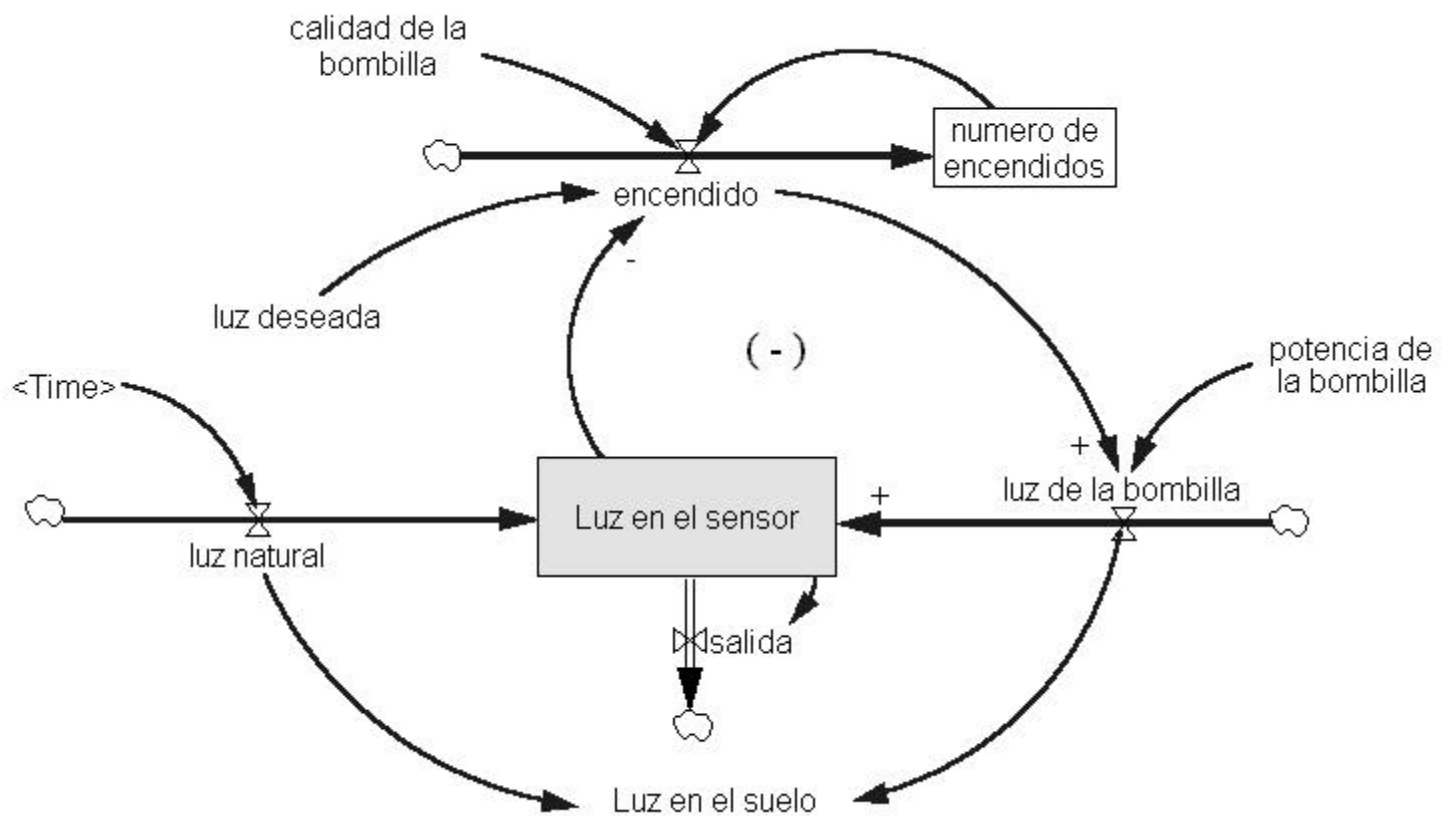
**Al construir el modelo se observó que cuando se enciende la bombilla, porque la luz natural es escasa, la luz de la bombilla ilumina al sensor de luz, y esto provoca que el sensor detecte que existe abundante luz, y apague la bombilla. Al apagarse la bombilla, como que la luz natural es escasa, el sensor detecta que falta luz y enciende la bombilla, y así sucesivamente... hasta que se funde la bombilla.**

La farola similar situada a escasos metros de la estudiada no presenta este comportamiento porque está regulada por un temporizador, no por un sensor, que enciende y apaga la bombilla siempre a la misma hora, y por lo tanto no existe ningún proceso de realimentación.

## Diagrama causal

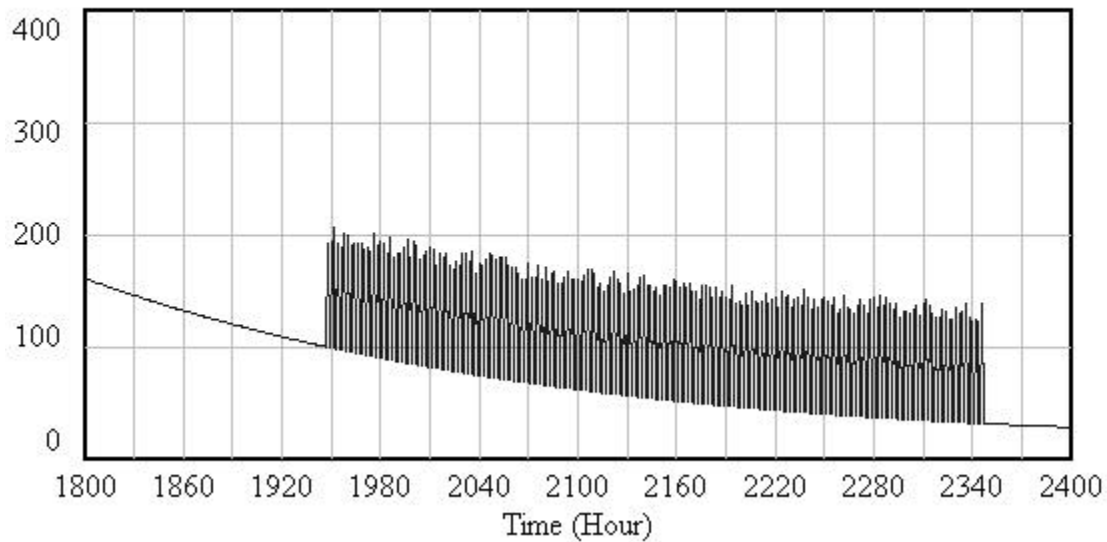


## Diagrama de flujos del sistema real

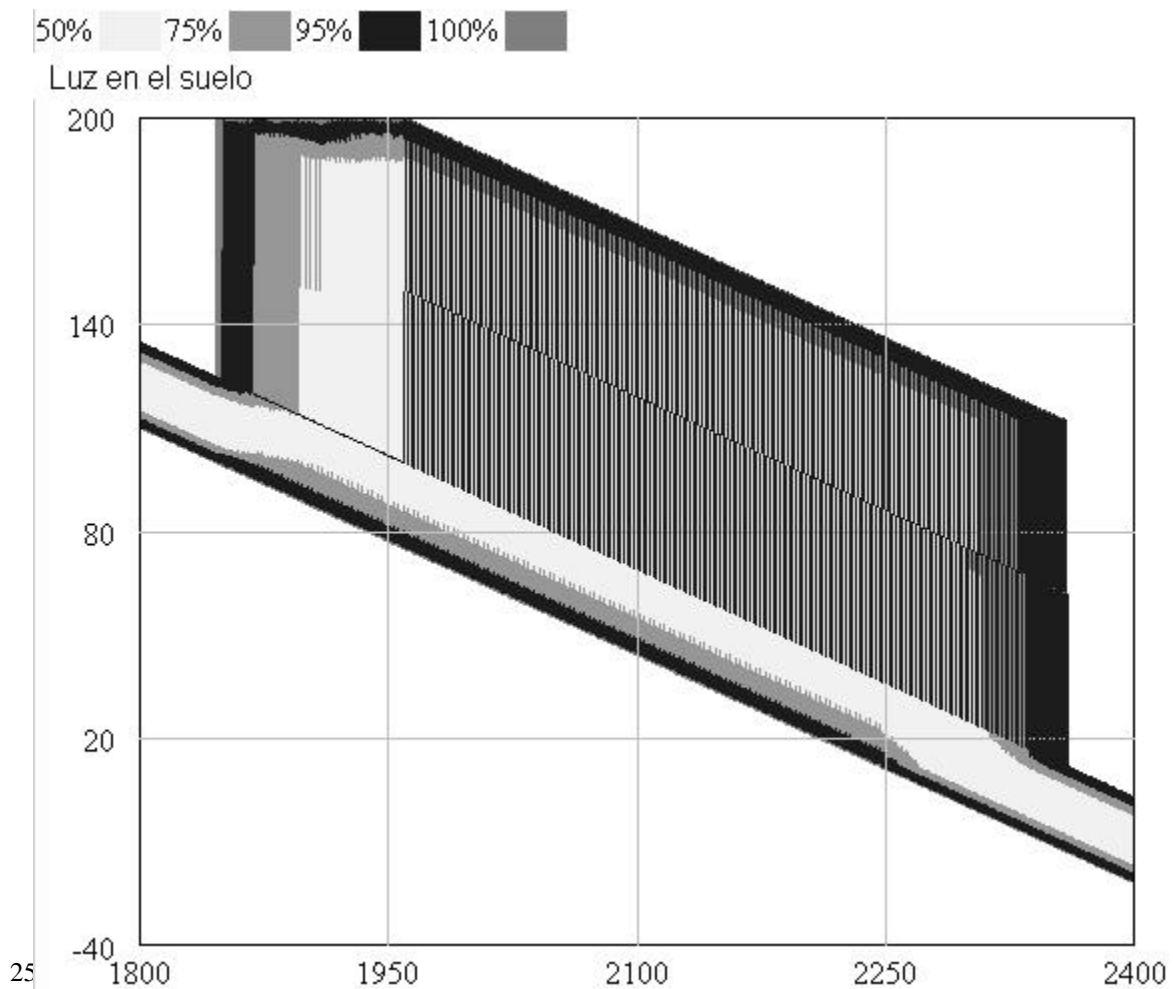


El comportamiento del sistema muestra las oscilaciones que se producen a partir del momento en el que la luz natural en el sensor desciende hasta un determinado valor.

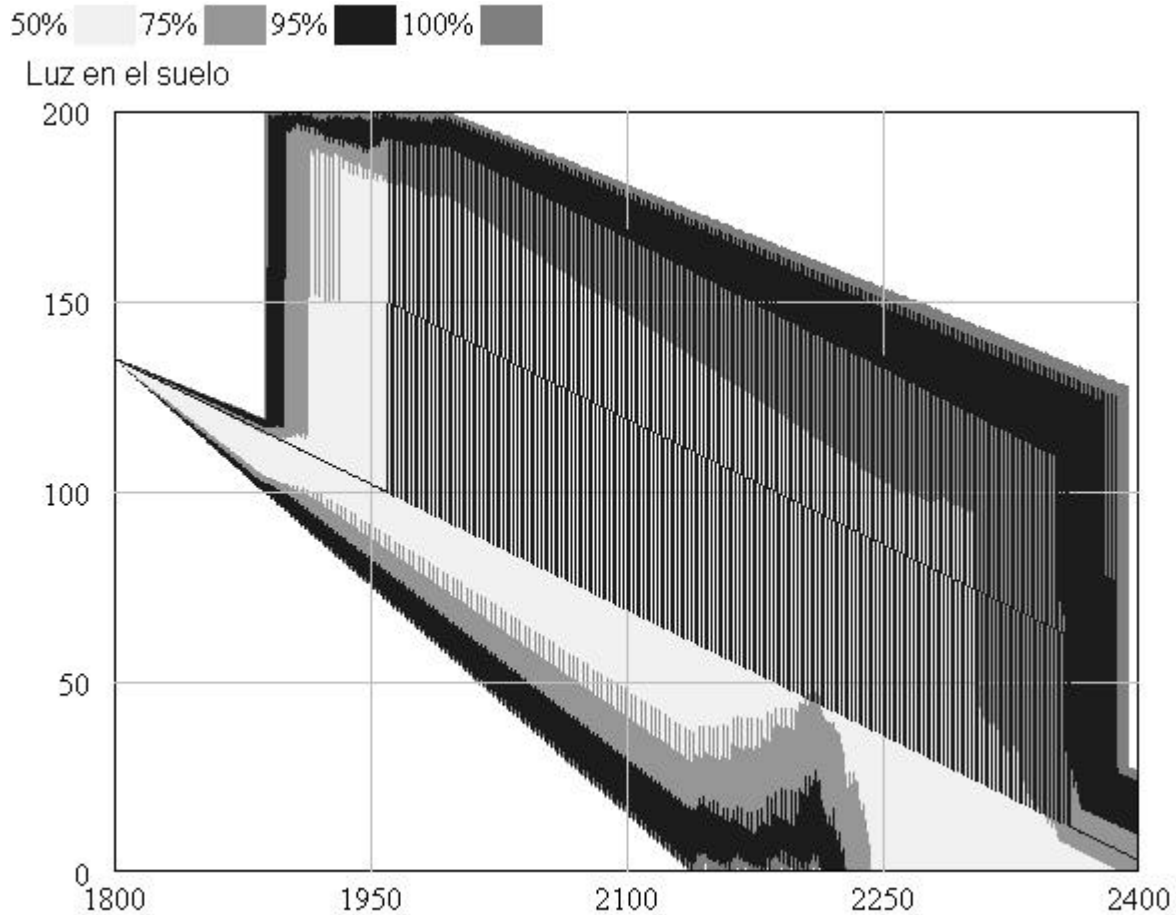
### Luz en el sensor



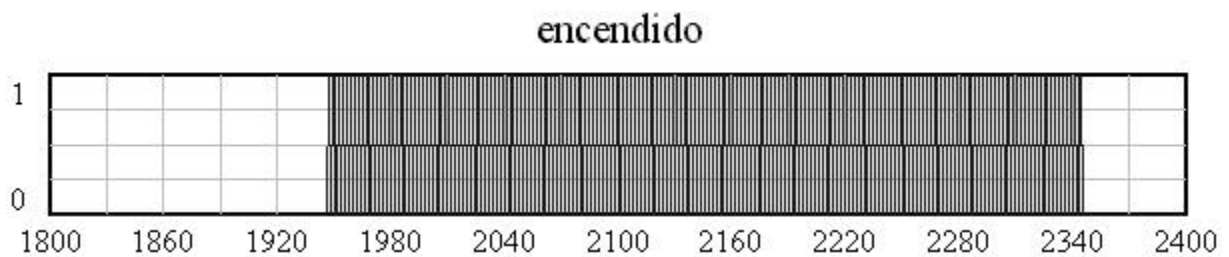
Se realizaron análisis de sensibilidad a variaciones del valor inicial de la cantidad de luz natural, ya que los fenómenos meteorológicos provocan una mayor o menor cantidad de luz natural en los días claros y menor en los días nublados (Simulación con Vensim PLE Plus).



Se simuló la sensibilidad a la velocidad en la que disminuye la luz natural. Esta velocidad es función de la época del año, ya que en verano es mayor que en invierno porque el Sol se eleva más sobre el horizonte.



Y en resumen podemos observar como el modelo reproduce la secuencia de encendidos y apagados del interruptor de la bombilla, que es la causa de que finalmente la bombilla se rompa tras unas horas.





Utilice el diagrama de flujos mostrado anteriormente como base para la construcción de las ecuaciones. No existe una única solución pero es importante que el modelo reproduzca un comportamiento similar al observado en la realidad.

Puede usar los siguientes parámetros: Periodo inicial 1800 (18:00 horas), periodo final 2400 (24:00 horas). Deberá recordar el uso de la función IF THEN ELSE para la ecuación de los encendidos. La función RAMP le será de utilidad para la ecuación de la luz natural. Y finalmente puede utilizar la función RANDOM NORMAL para la ecuación de la potencia de la bombilla.

El tiempo normal para hacerlo es de unas **tres horas**, aunque el modelo sólo tiene diez variables, por lo tanto no se impaciente.

Para ver una posible solución gire la página.

```
(01) calidad de la bombilla= 200
(02) encendido=IF THEN ELSE(Luz en el sensor<=luz deseada, 1, 0)*IF THEN
ELSE(numero de encendidos>=calidad de la bombilla, 0, 1)
(03) FINAL TIME = 2400
(04) INITIAL TIME = 1800
(05) luz de la bombilla=IF THEN ELSE(encendido=1, potencia de la bombilla, 0)
(06) luz deseada= 100
(07) Luz en el sensor= luz de la bombilla+luz natural-salida
Initial value: luz natural
(08) Luz en el suelo= MAX(0,luz de la bombilla+luz natural)
luz natural= 160-RAMP(0.22,1800,2400)*(2400/Time)^3
(09) numero de encendidos= encendido
Initial value: 0
(10) potencia de la bombilla= RANDOM NORMAL(90, 110, 100, 20, 777)
(11) salida= Luz en el sensor
(12)
```