



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS Y CIENCIAS BÁSICAS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS A TRAVÉS DE APLICACIONES Y EJEMPLOS CONCRETOS

Edwin Romero Cuero

Universidad del Quindío  
Armenia, Colombia

## Resumen

Este trabajo muestra algunas aplicaciones de las Matemáticas a la Ingeniería de Sistemas y contribuye al entrenamiento de los profesores de Matemáticas, ya que en algunos casos citar ejemplos prácticos y concretos, se convierte en una dificultad para lograr una buena comunicación con los estudiantes. Por esta razón se mostrarán ejemplos del uso de las matemáticas en este programa, los cuales serán desarrollados a través de: casos de uso en una empresa de desarrollo de software, asignación de tareas en diferentes computadores, envío de un archivo desde un dispositivo de red.

**Palabras clave:** ingeniería; matemáticas; profesores

## Abstract

*This work shows some applications of mathematics to engineering systems and contributes to the training of teachers of mathematics, since in some cases cite specific and practical examples; it becomes difficult to achieve good communication with students. For this reason will show examples of the use of mathematics in this program, which will be developed through: use cases in a company of software development, allocation of tasks in different computers, send a file from a network device.*

**Keywords:** engineering; mathematics; teachers

## 1. Introducción

*En las dos últimas décadas se ha venido discutiendo sobre la aplicación de las Ciencias Básicas particularmente, las matemáticas en la INGENIERIA DE SISTEMAS como si se tratara del “Eslabón perdido”. Esto debido algunas veces al sentido intangible y pragmático en el manejo de la información. Por esta razón surgen muchos interrogantes entre los Ingenieros de Sistemas, estudiantes y carreras afines (Ingenieros de Sistemas y Computación, Ingenieros de Software, Ingenieros Informáticos entre otros.) tales como:*

Si la Ciencia Básica aporta las herramientas necesarias para entender asignaturas posteriores “llamadas disciplinares” en la Ingeniería de Sistemas ¿Por qué no las aplico en dichas materias?

O si las Ciencias Básicas de Ingeniería de Sistemas deben mostrar parte de las aplicaciones de la carrera ¿Sólo me enseñan a través de ejemplos generales como lo hace la Ciencia Básica?. Estas preguntas surgen debido al desconocimiento de los profesores de Ciencias Básicas en los ejemplos y aplicaciones concretas en la Ingeniería de Sistemas, sumado al desconocimiento de algunos Ingenieros Sistemas o la falta de consciencia en el momento de aplicarlas.

El objetivo de este documento es mostrar algunas aplicaciones de las Ciencias Básicas en la Ingeniería de Sistemas y contribuir a los profesores de Ciencia Básicas en su entrenamiento para la enseñanza de las matemáticas en la Ingeniería de Sistemas.

## 2. Ejemplos

### a. Casos de Uso en una empresa de desarrollo de Software

En este primer ejemplo, se presentará un problema de asignación de casos de uso en una empresa de desarrollo de Software.

Un Ingeniero de Sistemas es el líder de un equipo de desarrollo en una fábrica de software y está interesado en la utilización más efectiva de sus recursos de personal buscando la forma de hacer las mejores asignaciones de los casos de uso a los desarrolladores que tiene a su cargo.

Revisando el personal encuentra que 4 desarrolladores: Desarrollador1, Desarrollador2, Desarrollador3 y Desarrollador4. Todos pueden ser asignados a los casos. Cada uno de ellos sólo se puede hacer cargo de un caso.

Los Casos de uso son clasificados de la siguiente manera:

- Consultar información
- Guardar información
- Validar datos
- Modificar datos

Para decidir la mejor asignación, El Ingeniero tiene en cuenta una tasa de efectividad (de 1 a 9) construida sobre actuaciones anteriores de dichos desarrolladores, ya que no todos tienen el mismo desempeño en todo tipo de implementación:

Desarrollador	Tasa de efectividad según el caso de uso			
	Consultar Información	Guardar Información	Validar Datos	Modificar Datos
Desarrollador1	3	5	4	2
Desarrollador2	6	7	8	9
Desarrollador3	7	6	7	4
Desarrollador4	5	7	8	3

Primero se definen las variables a utilizar en el modelo

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el desarrollador } i \text{ realiza el caso de uso } j \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Función objetivo

La función objetivo representa la mayor efectividad en el uso de sus recursos.

$$z(\max) = 3x_{11} + 5x_{12} + 4x_{13} + 2x_{14} + 6x_{21} + 7x_{22} + 8x_{23} + 9x_{24} + 7x_{31} + 6x_{32} + 7x_{33} + 4x_{34} + 5x_{41} + 7x_{42} + 8x_{43} + 3x_{44}$$

Restricciones

Todos pueden ser asignados a los casos y cada uno de ellos sólo se puede hacer cargo de un caso

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 1 & x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= 1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 1 & x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &= 1 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 1 & x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} &= 1 \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} &= 1 & x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} &= 1 \end{aligned}$$

### b. Asignación de tareas en diferentes computadores.

En este segundo caso se muestra la asignación de diferentes tareas 3 computadoras y el tiempo mínimo requerido para ejecutarlas.

Un sistema de procesamiento compartido tiene 3 computadores diferentes ( $O_j$ ,  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) y tiene que procesar 6 tareas ( $T_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) Todas las tareas se pueden realizar en cualquier computador, pero no pueden fraccionarse (se deben completar en el ordenador en que se inician). Los tiempos de procesamiento de cada

tarea  $i$  en cada computador  $j$ , varía según el computador. El tiempo disponible de cada computador para ejecutar las tareas está limitado.

Tabla 1 Tiempo de procesamiento

Tareas	$C_1$	$C_2$	$C_3$
$T_1$	18	16	12
$T_2$	14	21	19
$T_3$	23	27	33
$T_4$	16	24	23
$T_5$	17	24	24
$T_6$	25	28	30
Tiempo Disp.	47	41	46

Fuente: elaboración propia a partir de:

[www.est.uc3m.es/esp/nueva\\_docencia/comp\\_col\\_leg/ing\\_info/io/examenes/EXSEP07.pdf](http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_info/io/examenes/EXSEP07.pdf)

¿A qué computador debemos mandar cada tarea si queremos minimizar el tiempo total de procesamiento?

Analizando el problema se tiene que para que se pueda optimizar y obtener el menor tiempo posible, se deben tener en cuenta las restricciones dadas, lo primero que se tuvo en cuenta es que cada ordenador tiene un tiempo limitado de operación para realizar las tareas lo que arrojo las siguientes ecuaciones:

Tiempo disponible en cada computador

$$18x_{11} + 14x_{21} + 23x_{31} + 16x_{41} + 17x_{51} + 25x_{61} \leq 47$$

$$16x_{12} + 21x_{22} + 23x_{32} + 24x_{42} + 24x_{52} + 28x_{62} \leq 41$$

$$12x_{13} + 19x_{23} + 33x_{33} + 23x_{43} + 24x_{53} + 30x_{63} \leq 46$$

Después se sacaron las condiciones que permitieran que una tarea solo se pudiera realizar en un computador, evitando así la duplicación de tareas, y haciendo que el sistema logre su objetivo en un menor tiempo, se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1 \quad x_{41} + x_{42} + x_{43} = 1$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 1 \quad x_{51} + x_{52} + x_{53} = 1$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 1 \quad x_{61} + x_{62} + x_{63} = 1$$

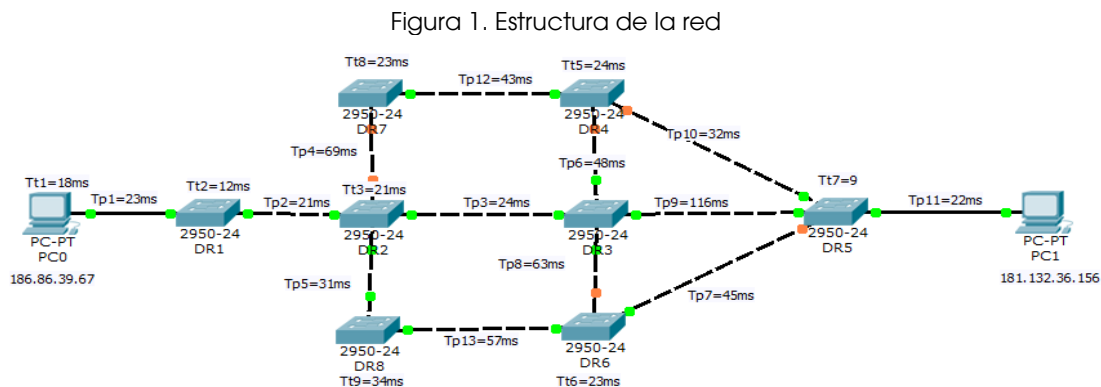
Tras haber logrado identificar las condiciones necesarias para resolver el problema se pasó a obtener la función objetivo a minimizar, a partir de los tiempos que tardan las tareas:

$$z = 18x_{11} + 16x_{12} + 12x_{13} + 14x_{21} + 21x_{22} + 23x_{31} + 27x_{32} + 33x_{33} + 16x_{41} + 24x_{42} + 23x_{43} + 17x_{51} + 24x_{52} + 24x_{53} + 25x_{61} + 28x_{62} + 30x_{63}$$

**c. Envío de un archivo desde un Dispositivo de Red.**

El tercer ejemplo se observa un caso que puede ser tratado en Redes o en Teoría de Grafos, que trata del envío de un paquete a través de la mejor ruta.

Se requiere enviar un archivo de 6000 Bytes. Para realizar este proceso, el archivo (paquete) puede viajar por "varias rutas", involucrando diferentes dispositivos de red, los cuales influyen sobre el tiempo final de llegada del archivo. Cada uno de los dispositivos tiene un tiempo de transmisión, el cual indica el tiempo que tarda el dispositivo de red en preparar y enviar dicho paquete; también se tiene el tiempo de propagación, el cual indica el tiempo que tarda el paquete en llegar al próximo dispositivo. Haciendo uso de herramientas tales como Packet Tracer, se realiza la estructura de la red de la siguiente manera:



Fuente (Loaiza y Salamanca, 2014)

Es de aclarar que cuando un paquete es enviado desde un dispositivo de red a otro, este no puede retornar a su origen. Además, el tiempo total es igual a la suma de los tiempos de transmisión y los tiempos de propagación de cada dispositivo de red. Por otro lado, para evitar el congestionamiento de la red se necesita que el tiempo de transmisión total no sea mayor a 127 ms y que el tiempo de propagación no sea mayor a 208 ms. Encontrar la ruta en la cual el paquete tarde el menor tiempo en llegar a su destino

Variables de decisión

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si se toma la traza que va desde el dispositivo de red } i \text{ hasta el } j \\ 0, & \text{si no se toma la traza que va desde el dispositivo } i \text{ hasta el } j \end{cases}$$

## Función Objetivo

$$z(\text{mín}) = 41x_{01} + 33x_{12} + 90x_{27} + 52x_{28} + 45x_{23} + 88x_{34} + 103x_{36} + 156x_{35} \\ + 31x_{59} + 91x_{89} + 86x_{63} + 68x_{65} + 66x_{74} + 72x_{43} + 56x_{45}$$

## Restricciones

- La ruta siempre debe pasar por los dispositivos DR1 Y DR2

$$x_{01} + x_{12} = 2$$

- Si el paquete está en DR2 puede tomar 3 direcciones (DR7, DR3, DR8) pero solo se debe escoger una.

$$x_{27} + x_{23} + x_{28} = 1$$

- Si el paquete toma la ruta hacia DR7 debe tomar la ruta rumbo a DR4, ya que es el único camino

$$x_{27} \leq x_{74}$$

- Si el paquete toma la ruta hacia DR8 debe tomar la ruta rumbo a DR6, ya que es el único camino

$$x_{28} \leq x_{86}$$

- Si el paquete se encuentra en DR6 puede ir a DR3 o DR5

$$x_{63} + x_{65} \leq 1$$

- Si el paquete se encuentra en DR4 puede ir a DR3 o DR5

$$x_{43} + x_{45} \leq 1$$

- El paquete puede tomar 3 direcciones (DR4, DR5, DR6) pero solo puede escoger una o cero.

$$x_{34} + x_{35} + x_{36} \leq 1$$

- El paquete siempre debe pasar por DR5

$$x_{59} = 1$$

- Si el paquete está en DR3 y toma la ruta a DR4 debe ir a DR5, ya que no es permitido devolverse

$$x_{34} \leq x_{45}$$

- Si el paquete está en DR3 y toma la ruta a DR6 debe ir a DR5, ya que no es permitido devolverse

$$x_{36} \leq x_{65}$$

- El paquete debe pasar por DR4 o DR3 o DR6:

$$x_{45} + x_{35} + x_{65} = 1$$

- Total tiempo de transmisión no debe ser mayor 127 ms

$$18x_{01} + 12x_{12} + 21x_{27} + 21x_{28} + 21x_{23} + 40x_{34} + 40x_{36} + 40x_{35} + 9x_{59} \\ + 34x_{86} + 23x_{63} + 23x_{65} + 23x_{74} + 24x_{43} + 24x_{45} \leq 127$$

- Total tiempo de propagación no debe ser mayor a 208ms

$$23x_{01} + 21x_{12} + 69x_{27} + 31x_{28} + 24x_{23} + 48x_{34} + 63x_{36} + 116x_{35} + 22x_{59} \\ + 57x_{86} + 63x_{63} + 45x_{65} + 43x_{74} + 48x_{43} + 32x_{45} \leq 208$$

- Si el paquete está en DR3 puede tomar 3 direcciones (DR4, DR5, DR6) pero solo se debe escoger una.

$$x_{23} = x_{34} + x_{35} + x_{36}$$

## Bibliografía

- (1.) Loaiza, D y Salamanca, Y. (2014). Proyecto final de la asignatura investigación de operaciones.
- (2.) Taha, H. (2012). Investigación de Operaciones. PEARSON EDUCACIÓN, México
- (3) UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. (2007, septiembre). Examen de Investigación Operativa de ingeniería informática. Consultado el 06 de noviembre de 2014. [http://www.est.uc3m.es/esp/nueva\\_docencia/comp\\_col\\_leg/ing\\_info/io/exámenes/EXSEP07.pdf](http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_info/io/exámenes/EXSEP07.pdf)

## Sobre los autores

- **Edwin Romero Cuero** Licenciado en Matemáticas y Computación, Máster en Enseñanza de las Matemáticas. Profesor. [eromero@uniquindio.edu.co](mailto:eromero@uniquindio.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)