

# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica

ENERO / JUNIO 1991 VOLUMEN 1 Nº 1



# INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica  

---

Volumen I      Enero-Junio 1991      Número 1

## DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

## CONSEJO EDITORIAL

Armando Castro A. (editor)  
Víctor Hugo Chacón P.  
Gerardo Chacón V.  
Miguel Dobles U.  
Ronald Jiménez Ch.  
Ismael Mazón G.  
Domingo Riggioni C.

## CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica  
Apartado Postal 75  
2060 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica.

## CANJES

Universidad de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información  
Unidad de Selección y Adquisiciones-CANJE  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica

### Suscripción anual:

Costa Rica: ₡500,00  
Otros países: US \$20.00

### Número suelto:

Costa Rica: ₡250,00  
Otros países: US \$10.00





Impreso en la  
Oficina de Publicaciones  
de la Universidad de Costa Rica

Edición aprobada por la Comisión Editorial de la Universidad de Costa Rica  
1991 EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Todos los derechos reservados conforme a la ley

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

Edición Técnica: *Guillermo Loría M.*  
*Fernando Durán A.*

Revisión Filológica: *María Teresa Bolaños*

Montaje Gráfico: *Adalberto Ramírez*

620.005

1-46i

Ingeniería / Universidad de Costa Rica. --

Vol. 1, no. 1 (ene./jun. 1991) -- San José, C. R. : Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1991 -- (Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica)

v. : il.

Semestral.

1. Ingeniería -- Publicaciones periódicas.

CCC/BUCR-250



## DIAGNOSTICO DEL GRADO DE AUTOMATIZACION EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA COSTARRICENSE

*Ing. Juan Ramón Rodríguez.\**

*Ing. Anthony F. Cascaete R.\**

*Dr. Guillermo A. Lora M.\**

### Resumen

Este artículo presenta los resultados obtenidos en un diagnóstico acerca del grado de automatización de la industria alimentaria en Costa Rica. Consiste, dicho diagnóstico, en la descripción de la situación actual del control automático en Costa Rica, así como en la identificación y planteo de los principales problemas que aquejan a las empresas en cuanto al uso de esta tecnología.

Se realiza el estudio seleccionando una muestra compuesta por treinta empresas, las cuales son objeto, cada una de ellas, de un estudio acerca de sus particularidades referentes al control automático. La información recopilada en este estudio, es procesada con el fin de obtener una visión general de la situación actual de la automatización en la industria alimentaria costarricense.

### Summary

This paper presents a diagnostic made for measuring the automatization level in the Costa Rican food industry. It includes a brief review of the current state of the automatic control in Costa Rica, as well as an identification of the main problems and issues involved in this implementation the given industry, particularly.

A sample, comprised by thirty different food processing factories, is taken and examined thoroughly to find how the automatic control is used. The information helps provide a perspective useful in visualizing the state-of-the art in automatization in the food industry.

### INTRODUCCION

El control automático ha tenido trascendental importancia en el avance tecnológico actual de los procesos de producción. Por medio de éste se puede mejorar la calidad de los productos, abaratar los costos de producción, eliminar las tediosas tareas repetitivas y lograr, además, una reducción sustancial en el consumo de energía y materiales.

En consecuencia, este estudio puede servir de base para tener una visión clara y actualizada del desarrollo de la automática en nuestro país. En esta investigación se ha intentado evaluar el funcionamiento del equipo de control automático existente en las empresas, así como detectar e identificar aquellos problemas, en los procesos industriales, que puedan ser consecuencia de la falta de equipo de control adecuado y, sobre todo,

establecer las razones por las cuales no se han solucionado esos problemas.

En virtud de las limitaciones existentes, en cuanto a los datos disponibles en las diversas fuentes de información del sector industrial, el diagnóstico fue realizado con base en los resultados de encuestas y visitas técnicas realizadas en algunas empresas fabricantes de productos alimenticios en Costa Rica. Las empresas seleccionadas constituyen una muestra tomada de la población total de este tipo de industrias.

En definitiva, se intenta mostrar la situación actual de la automática en un sector de la industria nacional, con el fin de proporcionar un marco de referencia que pueda ser utilizado, por sectores públicos y privados, para la definición de las políticas (económicas y educativas) a seguir, con el fin de lograr el desarrollo de una posible automática nacional, que sirva como instrumento para promover el crecimiento industrial del país.

### RESULTADOS OBTENIDOS

La discusión que procede está compuesta de cuatro secciones, las cuales engloban los temas

\* Departamento de Automática  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Costa Rica

más relevantes y que se abocan a responder algunos de los objetivos consignados en la investigación.

### I. Conocimiento del concepto de control automático

Se determinó en la investigación que el control automático es prácticamente desconocido en la industria alimentaria nacional. Se afirma esto al observar que, en el 88.5% del total de empresas estudiadas, se ignora lo que significa el control automático de procesos industriales.

La situación se agrava al percatarse de que, paralelamente al desconocimiento del control automático, existe un alto porcentaje, del personal técnico, que posee un concepto errado de lo que significa el control automático de procesos. A este respecto, la investigación muestra que, del total del personal técnico entrevistado, el 27% posee el grado académico de ingeniero o similar y, todos ellos, respondieron que conocen el significado y aplicabilidad del control automático; sin embargo, las encuestas revelan que tan solo un 7,72%, del personal técnico entrevistado, efectivamente tiene claro ese concepto. Lo anterior se muestra esquemáticamente en el gráfico No.1.

### II. Utilización y necesidad del actual equipo de control automático instalado

Las causas por las cuales se ha instalado el actual equipo de control son prácticamente ignoradas. Se comprobó que, normalmente, los equipos de control vienen incluidos con el resto de la maquinaria del proceso, por lo que, al personal técnico de las industrias se les dificulta decidir

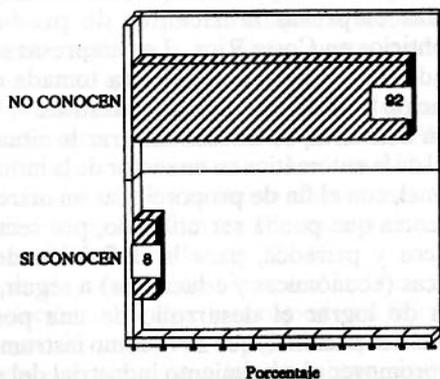


GRAFICO No.1 Relación porcentual entre el personal técnico que realmente conoce los conceptos básicos del control automático y los que no lo conocen.

acerca de la necesidad, tipo y clase de control que se desea adquirir. Esto se torna evidente al detectar que, del total de procesos controlados automáticamente que fueron estudiados, en un 96% de ellos se desconocían las causas por las cuales fueron instalados sus equipos de control, ya que estos venían incluidos con la planta.

Otro aspecto revelado por la investigación es acerca de la estrategia de control más utilizada. Se halló que el modo de control biposicional es el más difundido, encontrándose en el 77,8% de todos los procesos estudiados (ver gráfico No.2).

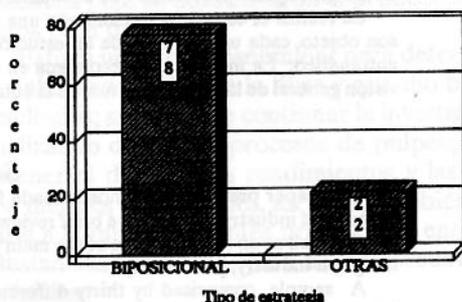


GRAFICO No.2 Estrategias de control automático utilizadas en los procesos de producción de productos alimenticios.

Su gran difusión puede deberse a que, en los procesos involucrados en la fabricación de alimentos, la tolerancia permitida, a las variables del proceso, es lo bastante amplia como para aceptar el uso del control biposicional. Sin embargo, cabe preguntarse si esta estrategia es consecuencia de las amplias tolerancias existentes, o será, más bien, que las amplias tolerancias son consecuencia de la estrategia de control utilizada. Para responder a lo anterior, uno de los resultados de las encuestas revela que, en la mayoría de los casos (96% del total de la muestra), el personal técnico de la industria no participó en la selección de la estrategia de control. Entonces, al adquirir el equipo, implícitamente se adquieren los márgenes de tolerancia con los que se trabajará.

Comentario aparte merecen los aspectos relacionados con el uso de estrategias P, PI o PID. En los procesos en que se utilizan estas estrategias de control, los reguladores son más sofisticados que los biposicionales. Sin embargo, surge el problema de la falta de mano de obra capacitada para atender dicho equipo de control. Se determinó

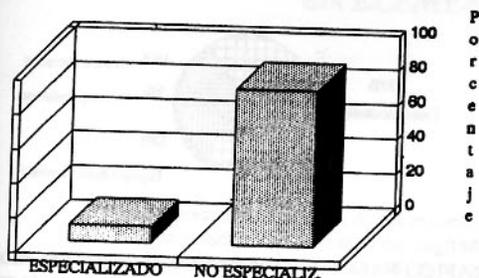


GRAFICO No.3 Porcentaje del personal especializado y no especializado en el mantenimiento de equipos de control P, PI y PID.

que, en solo el 9,5% de las industrias encuestadas, el personal encargado del mantenimiento del equipo de control es especializado en ese tipo de labores (ver gráfico No.3.). En el restante 90,5% la atención, de los equipos de control, corre por cuenta del personal de mantenimiento regular de la empresa. Se comprobó, durante el trabajo de campo, la existencia de equipos de control de tipo P y PI en un estado no reparables, esto como consecuencia de la intervención de personal no especializado.

Aparte de estos casos, en que el equipo cesó de operar, existe el problema de la carencia de personal idóneo para el mantenimiento del equipo, sobre todo en lo referente al ajuste de los mismos.

Mientras que un controlador biposicional puede ser ajustado y reparado por personal poco capacitado en el campo del control, con los controladores P, PI o PID la situación es distinta debido a que el conocimiento requerido para su reparación y ajuste va más allá de los conceptos mecánicos y eléctricos que, generalmente, poseen los encargados de mantenimiento. Como consecuencia de esto se comprobó que el 90,5% de los controladores; con alguna de estas estrategias, no son ajustados regularmente.

### III. Mantenimiento y funcionamiento del equipo

En cuanto al mantenimiento dado al equipo de control existente, se encontró que, en el 96% del total de equipos instalados, los empleados de las empresas son los encargados del mismo. Ahora

bien, de la totalidad de las empresas estudiadas, tan solo en un 9,5% de ellas el mantenimiento está a cargo de personal especializado en ese tipo de labores. Por lo tanto, un 90,5% de la totalidad de los casos, los equipos de control son manipulados por personal no calificado. Lo anterior es resultado de que, normalmente, el equipo de control es visto como parte integral de una máquina electromecánica en la que, lo más natural, es asignar su mantenimiento a un equipo de electricistas y mecánicos con poca, o ninguna, capacitación en el área del control automático.

Para estimar la importancia de que las empresas cuenten con personal calificado en labores de control, se investigó el número de procesos en los cuales una falla, en el equipo de control, implicaba una interrupción de la producción. Se determinó que en el 62%, del total de empresas encuestadas, no se detiene el proceso debido a que éstos poseen modo de operación manual. Sin embargo, en un 38%, de las empresas, el proceso se detiene ante una falla en los sistemas de control automático, lo cual es un indicador de la importancia de contar, en los casos que así lo ameritan, con personal capacitado (ver gráfico No.4.).

### IV. Problemas de control

Se entiende que un proceso padece un problema de control cuando el funcionamiento de éste se ve afectado por la carencia de equipo de control automático adecuado. Tales problemas pueden consistir en desperdicio excesivo de materiales, baja calidad del producto elaborado, elevado consumo de energía o poca seguridad en la ejecución del proceso.

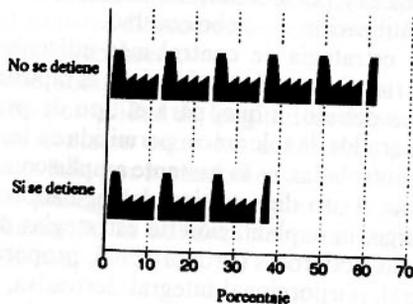


GRAFICO No.4 Este gráfico muestra las consecuencias, en los procesos de producción, que genera una falla en los sistemas de control automático.



GRAFICO No.5 Principales problemas a resolver con la utilización adecuada de los sistemas de control automático

A partir de la definición anterior y como resultado de las visitas realizadas a las fábricas, se detectaron e identificaron dos problemas básicos: el primero, y más importante, es el referente a los altos costos de operación (69%); teniendo en segundo término el referente a la baja calidad de la producción (31%) (ver gráfico No.5).

Al indagar sobre las razones por las cuales no se han automatizado, se halló que el 70% de los casos estudiados la razón es el desconocimiento, total o parcial, de la existencia de equipos de dicha naturaleza. En el 15% la razón es el elevado costo del equipo de control automático y en un 13% la razón encontrada fue que el equipo de control adquirido no funciona (ver gráfico No.6).

## CONCLUSIONES

Después de realizada la investigación sobre el grado de automatización de la industria alimentaria en Costa Rica, se ha concluido que, el control automático de procesos industriales es prácticamente desconocido en este tipo de industrias nacionales y, por lo tanto, se ignoran los beneficios de la utilización de dicho recurso.

La estrategia de control más utilizada en la industria alimentaria nacional, es la bipoisicional. Esto es debido a que, para el tipo de procesos involucrados, la tolerancia permitida en las variables controladas, es lo bastante amplia como para aceptar el uso de este tipo de reguladores. Sin embargo, la implantación de estrategias de control más poderosas (proporcional, proporcional-integral, proporcional-integral-derivativa, etc) es justificable si se desea generar ahorros de energía y materia prima, así como un mejoramiento en la calidad del producto.

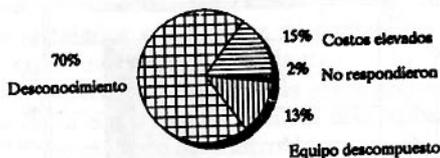


GRAFICO No.6 Gráfico que muestra las principales razones por las cuales los procesos no han sido automatizados.

El mantenimiento de los equipos de control automático existentes es ejecutado, en la mayoría de los casos, por personal no calificado; debiéndose ésto, en general, a la poca documentación sobre equipos de control de que dispone los técnicos encargados de las industrias.

Se hace patente la necesidad de transmitir, a los ingenieros de planta, las bondades del control automático. Esta transferencia horizontal de tecnología podría realizarse a través de cursos de educación continua, en los cuales se tratarían temas tales como: análisis de procesos industriales, estrategias de control, análisis de sistemas en lazo cerrado, sensores, actuadores, técnicas de ajuste de controladores, etc.

Es necesario incentivar la mutua cooperación, entre la industria nacional y los institutos de investigación, con el fin de promover el desarrollo de equipos de control y auxiliares, de tal forma que se tornen más eficientes sus procesos productivos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1- Banco Central de Costa Rica, "Cuentas Nacionales de Costa Rica, 1973-1982", San José, Depto de Investigación y Estadística, B.C.C.R., 1982.
- 2- CONICIT, "Listado de empresas de la industria agroalimentaria", San José, CONICIT, 1984.
- 3- Considine, D., "Process instruments and controls handbook", McGraw-Hill, California, U.S.A. 1974.
- 4- Chacón, M.R., "Análisis sobre algunos tópicos de la agroindustria alimenticia no tradicional en Costa Rica", San José, Costa Rica, Facultad de Ciencias Económicas, U.C.R., 1982.
- 5- Grynspan, R., Rodríguez, E., "Actividades industriales estratégicas: evaluación y recomendaciones", Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas, U.C.R., San José, Costa Rica, 1983.
- 6- Hunter, R., "Automated process control systems", Prentice-Hall, New Jersey, U.S.A., 1978.