



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**"FORTALECER COMPETENCIAS DE PLANIFICACIÓN EN  
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL GRAFICO  
SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC)"**

**Autor:**

**M.Sc. VÍCTOR LEÓN GUTIÉRREZ TOCAS**

**PERIODO DE EJECUCIÓN**

**01 de septiembre de 2012 al 31 de agosto de 2013 ✓**

**RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN**

**Resolución Rectoral Nº 798-2012-R ✓**

**Callao – 2013**

## DATOS INFORMATIVOS

***Título del Proyecto.***

**“FORTALECER COMPETENCIAS DE PLANIFICACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC)”**

***Profesor responsable de la Investigación.***

M.Sc. VÍCTOR LEÓN GUTIÉRREZ TOCAS, INGENIERO ELECTRICISTA, CIP 22626

***Profesores ordinarios a T.C. ó D.E. participantes (coautor)***

No cuenta

***Personal administrativo colaborador.***

No cuenta

***Línea de Investigación del Instituto de Investigación de la FIEE.***

Formación del ingeniero electricista

***Resoluciones de aprobación y ratificación.***

Rectorado: N° 798-2012-R

***Fechas de inicio y finalización del trabajo.***

Inicio: 01 de julio de 2012 - Finalización: 30 de junio de 2013

***Lugar de ejecución del trabajo de investigación.***

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

***Fecha de presentación del presente informe final.***

05 de Agosto de 2013



# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS .....   | 5         |
| LISTA DE GRÁFICOS .....  | 5         |
| II.- RESUMEN.....  | 7         |
| III.- INTRODUCCIÓN .....   | 8         |
| 1.0 CONSIDERACIONES INICIALES .....  | 8         |
| JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....                          | 8         |
| OBJETIVOS .....  | 9         |
| ASPECTOS HIPOTÉTICOS .....   | 9         |
| ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 10        |
| ORGANIZACIÓN DEL PRESENTE INFORME FINAL .....  | 10        |
| IV.- MARCO TEÓRICO .....   | 12        |
| 2.0 ANTECEDENTES, CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS.....   | 12        |
| CONCEPTOS Y DEFINICIONES .....   | 19        |
| ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DEL PLANIFICADOR.....   | 27        |
| ANÁLISIS DE SFC Y DE COMPETENCIA PLANIFICACIÓN .....   | 31        |
| APLICACIÓN DEL SFC EN AUTOMATIZACIÓN.....  | 32        |
| CASO: LLENADORA DE MOLDES DE PARAFINA.....   | 34        |
| CASO: SELECCIONADORA DE PIEZAS POR TAMAÑO Y PESO .....   | 38        |
| CASO: PERFILADORA .....  | 43        |
| CASO: ESTAMPADORA .....  | 47        |
| PROPUESTA APLICACIÓN DEL SFC EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN .....                                    | 50        |
| <b>EJEMPLO: EXAMEN DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN (EXAMEN PROPEDEUTICO)</b><br>..... | <b>51</b> |
| <b>EJEMPLO: PRINCIPIOS DE DEMING SOBRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.....</b>                          | <b>54</b> |

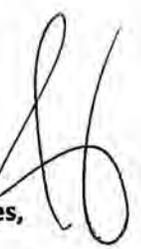
|  |            |
|--|------------|
| <b>EJEMPLO: LAS 7S DE MCKINSEY O LOS SIETE FACTORES A ESTUDIAR .....</b>   | <b>57</b>  |
| <b>EJEMPLO: EL MÉTODO DE LAS 5S EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA .....</b>   | <b>59</b>  |
| <b>EJEMPLO: LOS PRINCIPIOS DEL KAIZEN.....</b>   | <b>62</b>  |
| EJEMPLO: RUEDA DE DEMING O CICLO PDCA: PLAN, DO, CHECK Y ACT.....  | 65         |
| EJEMPLO: LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE GUNG HO .....   | 68         |
| <b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>70</b>  |
| 3.0 METODOLOGÍA PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....   | 70         |
| DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA ESTABLECER LA RELACIÓN DEL SFC O GRAFCET Y LAS<br>COMPETENCIAS DE PLANIFICACIÓN ..... | 71         |
| LEVANTAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN .....   | 74         |
| <b>VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>   | <b>79</b>  |
| 4.0 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN .....   | 79         |
| PRIMERO.- DESDE LOS CRITERIOS DEFINIDOS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS .....   | 79         |
| SEGUNDO.- DESDE EL ANÁLISIS DE LA COLECTA DE DATOS.....  | 79         |
| <b>VII. DISCUSIÓN .....</b>  | <b>91</b>  |
| 5.0 ABSTRACCIÓN DE CONCLUSIONES, PLANTEAMIENTO DE RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS<br>DE CONTINUIDAD .....           | 91         |
| CONCLUSIONES.....  | 91         |
| RECOMENDACIONES .....  | 92         |
| PERSPECTIVAS Y CONTINUIDAD DEL TRABAJO.....  | 92         |
| <b>VIII. REFERENCIALES .....</b>   | <b>93</b>  |
| <b>XI. APÈNDICE.....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>102</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1 El Sistema automatizado y sus componentes (Automatización Industrial, García) ....                          | 22 |
| Fig. 2 Proceso de llenado de moldes con parafina (Elaboración propia) .....  | 34 |
| Fig. 3 PROCESO DE CLASIFICACION DE PIEZAS POR PESO Y TAMAÑO (Adaptado de<br>Electrónica industrial, Maloney) ..... | 39 |
| Fig. 4 LAS TRES FASES DEL PERFILADO DE UNA CANALETA (Elaboración propia) .....                                     | 45 |
| Fig. 5 Proceso de una estampadora .....  | 47 |
| Fig. 6 Actuación de los componentes del GRAFCET en un proceso .....  | 50 |
| Fig. 7 Parte del cuadro de la hoja de cotejo de resultados.....  | 78 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Graf.1 El GRAFCET y sus componentes (Adaptado de Desarrollo de Sistemas Secuenciales,<br>Rodríguez)..... | 18 |
| Graf.2 El GRAFCET y reglas básicas (Adaptado de Desarrollo de Sistemas Secuenciales,<br>Rodríguez).....  | 19 |
| Graf.3 Utilización del SFC para indicar actividades empresariales (Elaboración propia)...                | 32 |
| Graf.4 GRAFCET FUNCIONAL DE TOLVA (Elaboración propia).....  | 35 |
| Graf.5 GRAFCET TECNOLÓGICO DE TOLVA (Elaboración propia) .....   | 36 |
| Graf.6 DIAGRAMA LADDER O KOP PARA TOLVA (Elaboración propia) .....                                       | 37 |
| Graf.7 ESQUEMA ELECTRICO DE LA LOGICA DE CONTROL DE CLASIFICADOR.....                                    | 39 |
| Graf.8 DIAGRAMA ESCALERA PARA EL PLC DE LA BANDA CLASIFICADORA.....                                      | 41 |



|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>Graf.9</b>  | <b>SFC O GRAFCET DE LA BANDA CLASIFICADORA .....</b>                            | <b>42</b> |
| <b>Graf.10</b> | <b>GRAFCET FUNCIONAL DE PERFILADORA (Elaboración propia) .....</b>              | <b>46</b> |
| <b>Graf.11</b> | <b>GRAFCET TECNOLÓGICO DE PERFILADORA (Elaboración propia) .....</b>            | <b>46</b> |
| <b>Graf.12</b> | <b>GRAFCET FUNCIONAL DE LA ESTAMPADORA .....</b>                                | <b>48</b> |
| <b>Graf.13</b> | <b>GRAFCET TECNOLÓGICO DE LA ESTAMPADORA.....</b>                               | <b>48</b> |
| <b>Graf.14</b> | <b>EL KOP GENERADO. ....</b>  | <b>49</b> |
| <b>Graf.15</b> | <b>EXAMEN DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN .....</b>                  | <b>53</b> |
| <b>Graf.16</b> | <b>LOS PRINCIPIOS DE DEMING (Elaboración propia).....</b>                       | <b>56</b> |
| <b>Graf.17</b> | <b>LAS 7S DE MCKINSEY (Elaboración propia) .....</b>                            | <b>59</b> |
| <b>Graf.18</b> | <b>EL MÉTODO DE LAS 5 S EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (Elaboración propia) .</b> | <b>61</b> |
| <b>Graf.19</b> | <b>LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL KAIZEN (Elaboración propia).....</b>              | <b>64</b> |
| <b>Graf.20</b> | <b>RUEDA DE DEMING (Elaboración propia).....</b>                                | <b>67</b> |
| <b>Graf.21</b> | <b>PRINCIPIOS DEL GUNG HO (Elaboración propia).....</b>                         | <b>69</b> |

## II.- RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se estableció la relación entre la enseñanza del GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) llamado también GRAFCET y el logro de competencias de planificación (Gestión empresarial) en el estudiante de ingeniería eléctrica Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao (FIEE/UNAC). Se pensó en el estudiante de ingeniería porque típicamente tienen un "pensamiento estructurado" por el énfasis que se tiene en las asignaturas de la carrera mayormente volcado a la gestión por procesos. Bajo esta perspectiva es que ponen menos atención a materias de gestión empresarial dictadas a nivel de pregrado pese a que perfil del egresado en la FIEE/UNAC indica que la competencia que debe tener el egresado de ingeniería eléctrica de "Capacidad de organización y planificación. Aptitud para la distribución de recursos y tiempos y su implementación en situaciones reales".

Por ello en este trabajo se propone que estas materias de gestión empresarial se traduzcan utilizando el GRAFCET o SFC de modo que sea entendible por el estudiante de ingeniería, para ello se colocan casos y ejemplos y también se levantó la percepción de concordancia y conformidad por parte de los estudiantes de participar en un programa de esta naturaleza, logrando establecer la relación planteada en el objetivo.

Las conclusiones y recomendaciones fueron abstraídas de los criterios determinados y del análisis realizado luego de la colecta de datos.

### III.- INTRODUCCIÓN

#### 1.0 CONSIDERACIONES INICIALES

##### **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

La competencia se concibe como una combinación de educación, formación, habilidades y experiencia adecuadas, la cual de una u otra forma debe poder ser demostrada. No se requiere que una persona disponga de las cuatro cualidades, sino sólo de aquéllas que sean necesarias para una tarea específica. Cuando se asigna una persona a un trabajo en particular, deben considerarse las capacidades que necesitará para su desarrollo, probablemente se identifique la formación como una opción para conseguir desarrollar las habilidades necesarias.

Dentro de ella se enmarca la competencia que debe tener el egresado de ingeniería eléctrica de "Capacidad de organización y planificación. Aptitud para la distribución de recursos y tiempos y su implementación en situaciones reales".

Es fundamental realizar todos los esfuerzos en el proceso de enseñanza aprendizaje para el logro de las competencias genéricas y específicas cuando son estudiantes. Por lo indicado este trabajo es importante, pues se propone una alternativa viable para fortalecer el esfuerzo que se hace para el logro de las competencias de planificación (gestión empresarial), justificándose su ejecución.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Establecer la relación entre la enseñanza del GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) llamado también GRAFCET y el logro de la competencia de planificación (Gestión empresarial) en el estudiante de ingeniería eléctrica en la FIEE/UNAC.

### **Objetivos Específicos**

Sistematizar la información respectiva sobre el GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) llamado también GRAFCET con la casuística tecnológica y aplicación a la administración, especialmente en el planeamiento y la planificación que son parte de gestión empresarial.

## **ASPECTOS HIPOTÉTICOS**

**H:** La enseñanza, con casos de administración, del GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) logra fortalecer la competencia de planificación en el estudiante de ingeniería eléctrica en la FIEE UNAC.

### **Variable Independiente:**

**X:** Enseñanza del GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) con casuística de administración.

### **Variable Dependiente:**

**Y:** Fortalecimiento de la competencia de planificación (Gestión empresarial) en el estudiante de ingeniería eléctrica en la FIEE UNAC.

### **ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación es de carácter correlacional de modo que se halle la relación de las variables de la competencia de planificación (Gestión empresarial) y las variables de enseñanza del GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC) llamado también GRAFCET.

Se circunscribirá al estudio de una muestra de los estudiantes que cursaron la asignatura de Automatización y control de procesos industriales de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, Perú.

### **ORGANIZACIÓN DEL PRESENTE INFORME FINAL**

En la parte introductoria se definen los objetivos, la justificación, Importancia, hipótesis así como su alcance, datos que fueron actualizados del proyecto de investigación presentado con el fin de que el lector tenga conocimiento de los aspectos iniciales para verificar las conclusiones y los objetivos trazados; el marco teórico trata de los antecedentes así como de los procesos de evaluación y certificación de los laboratorios

En materiales y métodos se explica el método seguido para demostrar la hipótesis y su respectiva fundamentación en base a la información obtenida.

En resultados se colocaron los datos hallados en el contexto y en la función de los laboratorios así como sus factores principales.

Las conclusiones y recomendaciones se indican en la discusión.

Finalmente, se hace una lista de la bibliografía y otros referenciales consultados y que están relacionados con el trabajo.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to be 'AB'.

#### **IV.- MARCO TEÓRICO**

### **2.0 ANTECEDENTES, CONCEPTOS Y FUNDAMENTOS**

#### **3.1 ANTECEDENTES**

Existen muchos estudios sobre la importancia de las competencias en los profesionales, tales como los publicados en Gestipolis<sup>1</sup> donde uno de los muchos colaboradores es el Grupo Kaizen que indica que: Las empresas necesitan que el personal que realiza trabajos que puedan llegar a afectar la calidad de sus productos o los servicios que brinda, tenga las competencias apropiadas. Estas competencias pueden ser adquiridas mediante un proceso formal de educación, o bien mediante la formación directamente en la empresa, la experiencia puede ser un factor que indique que se cuenta con dicha competencia. El propósito de establecer las competencias, es para saber si las personas son capaces o no de hacer lo que se espera de ellas. Para ello es necesario que primero se establezca quién hará qué. Las competencias no debe ser exigida tan solo a aquellas personas que están directamente involucradas en la realización del producto, hay otros puestos en que también las personas que lo desempeñan deben ser competentes (por ejemplo, compras, planificación o relaciones con los clientes). (GRUPO

KAIZEN, 2005).

Argudin en su trabajo "Educación basada en competencias" (Argudin Vasquez, 2001) indica que:

*En la educación basada en competencias quien aprende lo hace al identificarse con lo que produce, al reconocer el proceso que realiza para construir y las metodologías que utiliza. Al finalizar cada etapa del proceso se observan y evalúan la(s) competencia(s) que el sujeto ha construido.*

*La educación basada en competencias es un enfoque sistemático del conocer y del desarrollo de habilidades; se determina a partir de funciones y tareas precisas. Se describe como un resultado de lo que el alumno está capacitado a desempeñar o producir al finalizar una etapa. La evaluación determina qué específicamente va a desempeñar o construir el estudiante y se basa en la comprobación de que el alumno es capaz de construirlo o desempeñarlo.*



*La experiencia práctica y el desempeño*

*La educación basada en competencias se refiere a una experiencia práctica, que necesariamente se enlaza a los conocimientos para lograr un fin. La teoría y la experiencia práctica se vinculan, utilizando la primera para aplicar el conocimiento a la construcción o desempeño de algo.*

*Desde el currículum, la educación basada en competencias se*

---

<sup>1</sup> GestioPolis.com, es una página dedicada a la administración y dirección de empresas, economía, emprendimiento,

*concentra en:*

- *Los conocimientos.*
- *Las habilidades.*
- *Las actitudes inherentes a una competencia (actitudes o comportamientos que respondan a la disciplina y a los valores).*
- *La evaluación de los logros mediante una demostración del desempeño o de la elaboración de un producto.*

*Debe tomarse en cuenta: el diseño de la enseñanza-aprendizaje; las competencias que se van a construir; las disciplinas como marco de referencia del aprendizaje; las habilidades a desarrollar; la promoción de actitudes relacionadas con los valores y con las disciplinas; los procesos; los programas de estudio orientados a los resultados; el diagnóstico; la evaluación inserta en el aprendizaje, en múltiples escenarios y en diversas situaciones, basada en el desempeño y como una experiencia acumulativa, la retroalimentación, la autoevaluación; los criterios que se utilicen para evaluar los desempeños o resultados; el seguimiento y la interacción social.*

Por otro la Red Internacional de Evaluadores en alianza con la Unión de Universidades de América Latina (RIEV UDUAL, 2011) en los eventos de capacitación y formación de Evaluadores de Universidades indica que las competencias genéricas del egresado universitario son, fundamentalmente:

---

finanzas, marketing, recursos humanos. Se ingresa mediante el siguiente enlace: [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)

COMPETENCIAS COMPLEJAS CONSCIENTES DE FORMACIÓN  
COMPETENCIAS COMPLEJAS CONSCIENTES DE INFORMACIÓN  
COMPETENCIAS COMPLEJAS CONSCIENTES DE CAPACITACIÓN  
COMPETENCIAS COMPLEJAS CONSCIENTES DE INNOVACIÓN

Si se trata de competencias en la formación del estudiante universitario se tienen muy bien establecidas en el Proyecto Tuning (Proyecto Alfa Tuning América Latina, 2011) y en su competencia genérica 22 trata de la gestión de proyectos.

Como agencias acreditadoras a nivel internacional como ABET (ABET USA) entretanto, define que los estudiantes de ingeniería deben lograr determinadas habilidades:

COMPETENCIAS GENÉRICAS (OUTCOMES) EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO- Criterio 3 de ABET (2010-2011)

- A. *Capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.*
- B. *Capacidad de diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar datos.*
- C. *Capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades deseadas dentro de restricciones realistas tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud, seguridad, fabricación, y sostenibilidad.*
- D. *Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.*
- E. *Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.*
- F. *Habilidad para comprender la responsabilidad profesional y ética.*
- G. *Capacidad de comunicarse de manera efectiva.*
- H. *Habilidad para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, contexto económico, ambiental y social.*
- I. *Reconocer la necesidad y capacidad de participar en el aprendizaje permanente.*

*J. Conocimiento de temas de actualidad.*

*K. Capacidad de utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería.*

A nivel nacional se tiene establecido el "Modelo de Calidad para la Carrera de Ingeniería" por el CONEAU (CONEAU, 2010) y este modelo de calidad es por procesos y los primeros 14 estándares tratan justamente de la Planificación, Ejecución, Verificación y Actuación.

En todos los demás estándares sistémicos se basa en este proceso establecido por Deming.

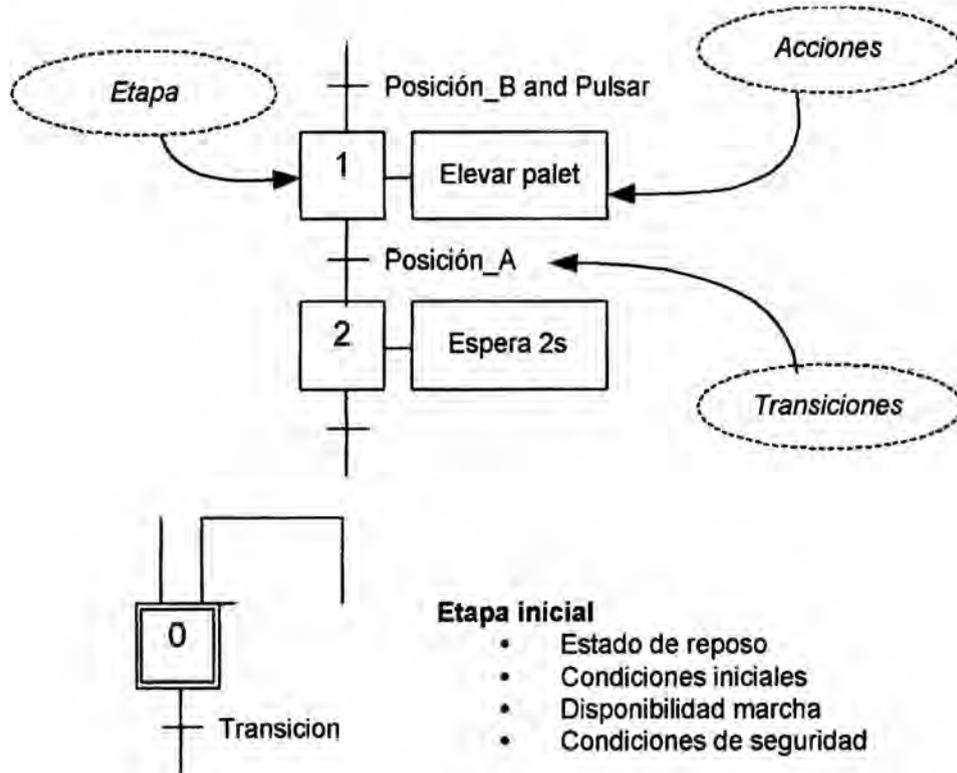
Por otro lado en el curso actual de Automatización y control de procesos (Gutiérrez Tocas, 2011) y en los anteriores cursos de Control de procesos y electrónica aplicada (Gutierrez Tocas, 2005) se desarrollan tópicos de SFC, también se desarrollan en otras asignaturas que tratan de la programación de los Controladores Lógicos Programables.

A nivel de estándar<sup>2</sup> el gráfico secuencial de funciones (SFC) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias y secuencias paralelas. Los elementos básicos son

---

<sup>2</sup> La norma IEC 61131-3 estandariza la programación del PLC ante el incremento de la complejidad de los procesos a controlarse mediante los autómatas programables y la diversidad de lenguajes que se utilizan para cada una de ellas. La parte 3 dedicada a los lenguajes engloba, en más de 200 páginas de texto y 60 tablas, la especificación de la sintaxis y semántica de una suite unificada del lenguaje de programación.

etapas y transiciones. Las etapas consisten de partes de programa que son inhibidas hasta que se da una condición especificada por las transiciones.

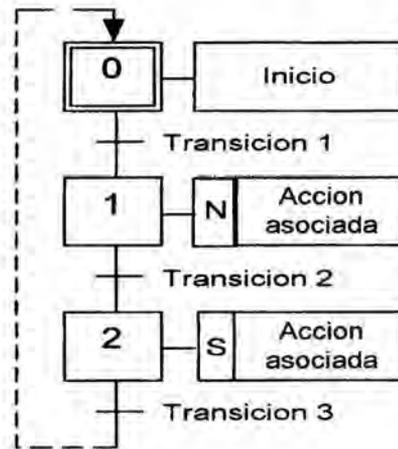


### GRACET: ETAPAS Y TRANSICIONES. ETAPA DE INICIO

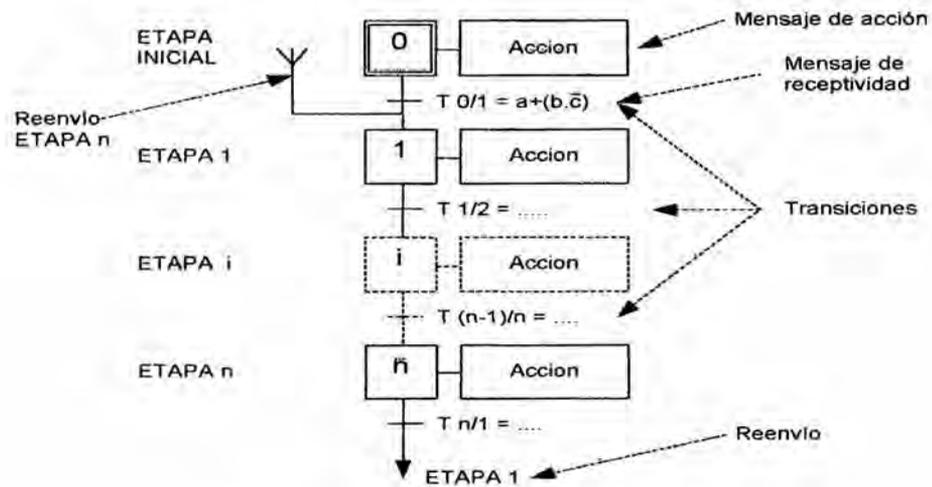
Antecedente de: Desarrollo de Sistemas Secuenciales. Roldán Mata

Dentro de esta norma son definidos cinco lenguajes de programación, a saber: LISTA DE INSTRUCCIONES; TEXTO ESTRUCTURADO; DIAGRAMA DE CONTACTOS; DIAGRAMA DE FUNCIONES; GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES, SFC O GRAFCET

## Graficos Funcionales Secuenciales (SFC)



Graf.1 El GRAFCET y sus componentes (Adaptado de Desarrollo de Sistemas Secuenciales, Rodriguez)

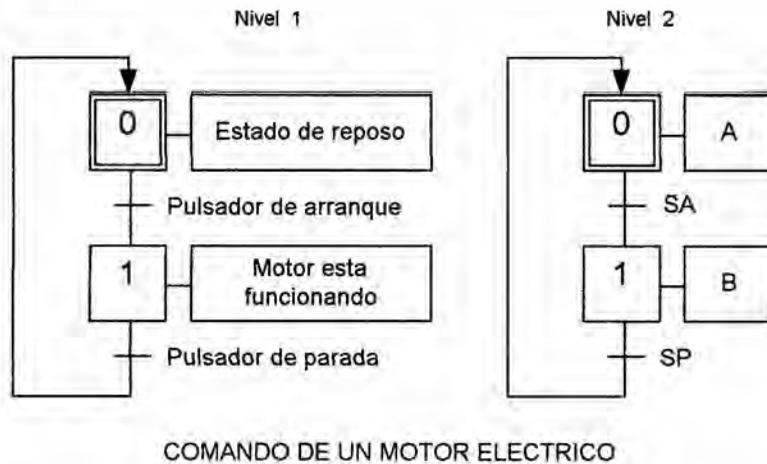


### ELEMENTOS GRAFICOS DEL GRAFCET

Adaptado de Automatas Programables. Baicelle Josep



Ejemplo:



Graf.2 El GRAFCET y reglas básicas (Adaptado de Desarrollo de Sistemas Secuenciales, Rodríguez)

## CONCEPTOS Y DEFINICIONES

### 3.2 EL GRAFCET O SFC

El término GRAFCET<sup>3</sup> es el acrónimo tanto de *Graph Fonctionnel de Commande Etape-Transition* (en español, grafo funcional de control etapa-transición) y de *graphie du groupe AFCET* (gráfico del grupo AFCET).

Es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

Surge en Francia en 1977 como iniciativa de algunos fabricantes de autómatas (Telemecanique, Aper y otros) junto con los organismos oficiales AFCET (Asociación Francesa para la Cibernética, Economía y Técnica) y ADEPA (Agencia Nacional para el Desarrollo de la Producción

<sup>3</sup> Recopilado de la siguiente PDF, que podemos encontrar de forma virtual de la siguiente página Web:

Automatizada). Fue homologado inicialmente en Francia (norma UTE NF C 03-190) en 1982 y con posterioridad por la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC 60848) en 1988.

La construcción de un sistema automático requiere, entre otras cosas, establecer las relaciones causa/efecto entre los eventos de entrada y las acciones deseadas (salidas). En este contexto, se denomina parte secuencial del sistema la que se circunscribe a las relaciones entre variables entrada y salida de tipo boleano.

La norma IEC 60848:2002 define al GRAFCET como un lenguaje que permite modelar el comportamiento de la parte secuencial de un sistema automatizado (ver figura 1-1) Su concepción deriva de un modelado gráfico más general, las redes de Petri y, actualmente, es una de las mejores herramientas, por su sencillez y expresividad, para representar sistemas de fabricación automatizados.

El GRAFCET<sup>4</sup> es una especificación de modelado y su realización es un diagrama, que denominaremos diagrama *grafcet* (o *grafcet* para simplificar) para separar el dibujo de las reglas de sintaxis. Posterior a la norma IEC 608048, la norma IEC 61131-3 (1ª edición en 1993) define 5 lenguajes de programación enfocados a los autómatas programables industriales. Uno de ellos está directamente inspirado en el lenguaje GRAFCET y lo denomina SFC (*diagrama funcional secuencial*, del inglés Sequential Function Chart).

---

[http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod\\_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf](http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf)

<sup>4</sup> Concepto recopilado del siguiente enlace electrónico: <http://www.electrotecnicos.net/2009/09/grafcet-sfc-y-gemma-en-internet.html>

A diferencia del GRAFCET, la realización de una especificación SFC es un programa (figura 1-1) implementable en un autómata programable.

Este sistema se ha confirmado como una herramienta gráfica de programación, muy adecuada para la resolución de automatizaciones secuenciales. Su sencilla conversión a los sistemas predominantes de programación de autómatas programables (Ladder) y la facilidad de manejo y comprensión del método SFC le ha convertido en un importante estándar dentro de los lenguajes de programación de sistemas secuenciales. Telemecanique, Allen Bradley, Siemens e incluso Omron; ya permiten programar sus PLCs directamente con este sistema.

Es un diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

La norma europea EN 60848:2002 Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales en secuencia, (Ratificada por AENOR en agosto de 2002) nos ofrece la estandarización y modo de utilización del sistema Grafcet.



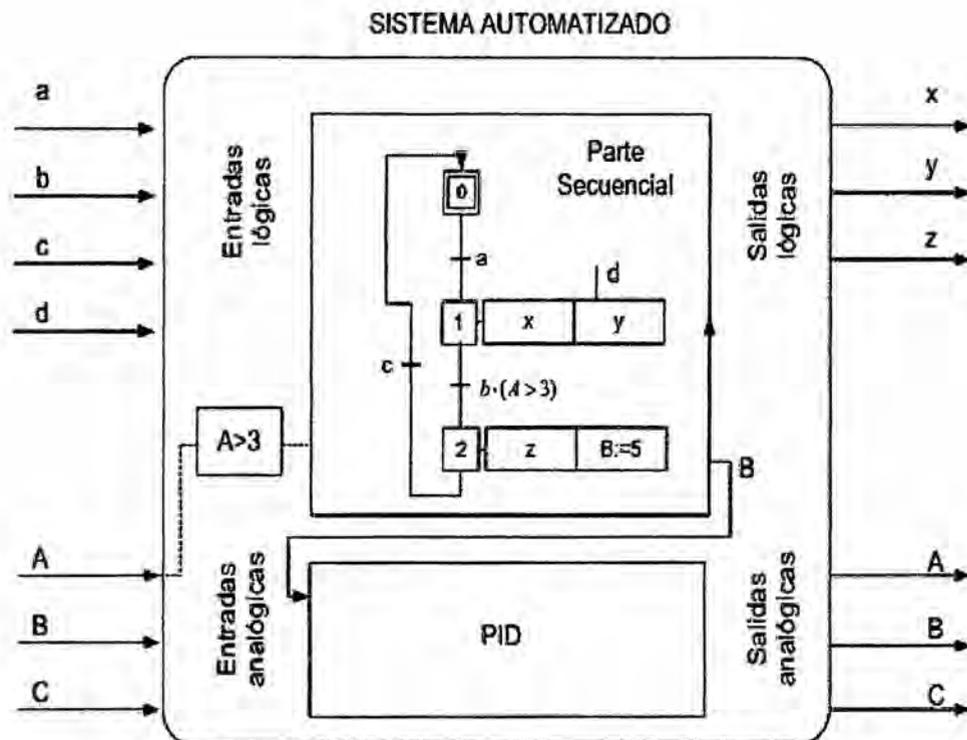


Fig. 1 El Sistema automatizado y sus componentes (Automatización Industrial, García)

### 3.3 CAPACIDADES Y COMPETENCIAS

Con respecto al de capacidad, puede advertirse su cercanía al potencial o a la aptitud que todas las personas presentan -de ahí su carácter universal-, de manera permanente, para acceder a nuevos aprendizajes. Por eso las capacidades se formulan de manera "abierta" y su logro se deduce de las situaciones y condiciones propias de quien aprende. También se puede entender como el conjunto de Habilidades cognitivas que posibilita la articulación de saberes para actuar e interactuar en determinadas situaciones. Se considera que los sujetos son elaboradores o procesadores de la información.



El concepto de competencia , incluye dos aproximaciones: una funcional o “externa”, que tiene que ver con la resolución satisfactoria de tareas y de demandas individuales y sociales; y otra estructural o “interna”, propia de la

actividad mental para integrar y poner en juego distintos elementos y recursos (habilidades, conocimientos, motivación, emociones, valores, actitudes...) que permiten afrontar las demandas. Es una capacidad efectiva (real y demostrada) para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada.

La Competencia integra un conjunto de Capacidades, Habilidades, Destrezas y Actitudes; vinculadas con el trabajo concreto y el desempeño en un puesto determinado.

Gracias al aporte del Ministerio de Educación de Guatemala en la creación del Curriculum Organizado en Competencias<sup>5</sup> (Guatemala, junio de 2010) podemos definir que una persona es competente cuando posee la capacidad, junto con las habilidades y destrezas, para afrontar y dar solución a un problema de su vida diaria mediante la interrelación de diferentes áreas de conocimiento para producir nuevos conocimientos.

No resulta fácil, por tanto, establecer diferencias consistentes entre

“capacidades” y “competencias” así lo recalcará Juan Domingo Farnos<sup>5</sup>, ni tampoco ayuda la insuficiencia de modelos teóricos.

Estimada la naturaleza y el alcance de cada uno de estos dos conceptos y su relación con los aprendizajes, las capacidades personales pueden incluir competencias o ayudar a su adquisición. Mientras que, desde el ámbito propiamente curricular, las competencias, en el sistema educativo, incluyen las capacidades.

### **ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DEL EGRESADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.**

Obviamente se inició el análisis en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao por cuanto es parte del objeto de investigación. Se toma como punto de partida el perfil del egresado vigente:

PERFIL DEL EGRESADO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS**

El Ingeniero Electricista egresado de la Universidad Nacional del Callao tiene una formación profesional integral, humana y científica, consciente de la realidad y el mundo globalizado, que le permite la identificación de los problemas de intereses social, científica y tecnológica a nivel regional y nacional, respetando la interculturalidad, contribuyendo a la preservación del medio ambiente y la defensa nacional. Recibe una sólida formación

---

<sup>5</sup> Presente en su versión virtual de PDF en la siguiente página web: <https://web.oas.org/childhood/ES/Lists/Recursos%20%20Planes%20Nacionales/Attachments/440/14.%20Planificaci%C3%B3n.pdf>

<sup>6</sup> En su página web: <http://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/01/25/competencias-capacidades-en-aprendizajes/>

académica con énfasis en matemática, ciencia e ingeniería que le facilita el desarrollo e implementación de tecnologías de punta.

Es un profesional capaz de desempeñarse individualmente y en equipos multidisciplinarios en las áreas de generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica y en la utilización adecuada de las técnicas que le permiten proyectar, diseñar y gerenciar con eficiencia proyectos inherentes a su profesión, así como también en otras áreas afines para estar hábiles en las funciones productivas, administrativas, docente y de investigación.

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- Analizar sistemas eléctricos de potencia que permitan su desarrollo, planeación y control, así como el diseño y ajuste de su protección.
- Realizar análisis, diseño, simulación y control de sistemas eléctricos, comerciales y de potencia.
- Seleccionar mediante el análisis adecuado, dispositivos, aparatos, equipos y máquinas eléctricas para su instalación, operación y mantenimiento.
- Desarrollar, transferir y adaptar tecnología eléctrica.
- Ejecutar auditorías eléctricas y propiciar el uso eficiente y ahorro de energía eléctrica.
- Diseñar y aplicar pruebas a materiales y equipos eléctricos y evaluar sus resultados.
- Diseñar, construir y mantener redes de distribución urbana, industriales y comerciales.
- Aplicar reglamentos y normas nacionales e internacionales en el diseño, construcción y operación de los sistemas eléctricos.
- Administrar los recursos humanos y materiales en la ejecución de obras eléctricas.
- Diseñar, construir, operar y mantener instalaciones eléctricas residenciales e industriales y de servicio a partir de las variables económicas, estéticas, de seguridad y de impacto ambiental.
- Participar en la administración de los procesos de fabricación y producción de la industria eléctrica.



- Desarrollar actividades empresariales en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica.
- Participar en las actividades de docencia e investigación en el área de Ingeniería eléctrica.
- Proporcionar servicios, asesoría y peritaje en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica.

También está siendo considerado lo propuesto por ABET de Estados Unidos así como la UDUAL-RIEV y las competencias establecidas en el proyecto Tuning.

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS (OUTCOMES) EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO Criterio 3 de ABET (2010-2011)

- Capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- Capacidad de diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
- Capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades deseadas dentro de restricciones realistas tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud, seguridad, fabricación, y sostenibilidad.
- Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Habilidad para comprender la responsabilidad profesional y ética.
- Capacidad de comunicarse de manera efectiva.
- Habilidad para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, contexto económico, ambiental y social.
- Reconocer la necesidad y capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
- Conocimiento de temas de actualidad.
- Capacidad de utilizar técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería.



## ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DEL PLANIFICADOR

Las características más importantes de la planificación son las siguientes, las cuales han sido adaptadas de un ensayo presentado como una buena tarea<sup>7</sup>:

1. Es un proceso permanente y continuo: no se agota, sino que se realiza continuamente en la cualquier área de nuestras vidas.
2. Está siempre orientada hacia el futuro: a pesar de que la planificación está ligada a la previsión, son cosas diferentes. Podemos catalogarla como una relación entre tareas por cumplir y el tiempo disponible para ello.
3. Busca la racionalidad en la toma de decisiones: para ello establece esquemas para el futuro orientando el proceso de toma de decisiones, dándole mayor racionalidad y disminuyendo la incertidumbre, pero algunas veces tiende a reducir las alternativas de decisión y gran parte de la libertad para decidir.
4. Busca seleccionar un curso de acción entre varias alternativas: Cuando se selecciona un curso de acción que prosigue en algún motivo o razón, su elección debe estar siempre en función de las consecuencias futuras y de las posibilidades de ejecución y realización.
5. Es sistemática: se debe tener en cuenta el sistema y subsistemas que lo conforman; debe abarcar la organización como totalidad o una unidad como totalidad.
6. Es repetitiva: incluye pasos o fases que se suceden. Es un proceso que forma parte de otro mayor.
7. Es flexible: para aceptar ajustes y correcciones, a medida que se vaya ejecutando.
8. Es iterativa: pues supone avances y retrocesos, alteraciones y

---

<sup>7</sup> Fue recuperado de la siguiente página: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Caracter%C3%ADsticas-De-La-Planificaci%C3%B3n/2204685.html>

modificaciones, en función de los eventos nuevos e inesperados que ocurran en los ambientes internos y externos de la empresa o de la unidad.

9. Es una técnica que va a asignar los recursos: sean recursos humanos y no humanos.
10. Es cíclica: ya que a medida que se ejecuta va convirtiéndose en realidad, reduciendo la incertidumbre y aumentando la información.
11. Está estrechamente ligada con las funciones de organización, dirección y control, sobre las que influye y de las que recibe influencia en todo momento y en todos los niveles de la organización.
12. Está ligado a la coordinación e integración: para conseguir los objetivos previstos, mediante la integración, sincronización y coordinación de las diversas actividades de los distintos órganos o unidades para conseguir objetivos finales.
13. Es una técnica de cambio e innovación: mediante la introducción de cambios e innovaciones en una empresa, definidos y seleccionados con anticipación y debidamente programados para el futuro.
14. Aumenta y equilibra la utilización de las instalaciones. Se hace un mejor uso de lo que se dispone.

Una vez que ya se conocieron las principales características de la planificación se puede definir a una persona que es un buen planificador con las siguientes competencias<sup>8</sup>:

- o Se debe mover y actuar sobre dos planos temporales, el ahora y el después, el presente próximo y el futuro, el corto y el largo plazo;

---

<sup>8</sup> Se tomara de referencia la información haya de:  
<http://www.marketingdirecto.com/actualidad/publicidad/%C2%BFque-convierte-a-un-planificador-en-un-gran-planificador/> y  
<http://82.165.131.239/hosting/empresa/cajamadrid/reportaje.asp?seccion=2&reportaje=29& cursos=1,2,3,4,5,6,7,14,15,16,17,18,19,27,28,30,31,32,33,35,36,38,39,40,43,44,45,46,47,48,50>

para así lograr anticiparse a los hechos, actuando en menos tiempo, contribuyendo al logro de sus objetivos a largo plazo.

- Su herramienta de planificación más útil es su agenda, sin olvidar la importancia de que la planificación de un proyecto esté terminada antes de empezarlo, antes de anotar cosas en esa agenda.
- Posee una lista de 'cosas por hacer hoy', la cual le ayuda a poner calma en esos días donde todo se complica, pues le apoya en el establecimiento de las verdaderas prioridades. Pero de la misma manera debe intentar hacer una planificación justa, esto es, se debe tratar a todos los procesos de la misma forma y no aplazar indefinidamente ningún proceso.
  
- Se esfuerza por hacer un uso correcto de las hojas de trabajo de planificación de la acción, los cuadros de fechas clave y los diagramas de PERT para convertirlas en una verdadera ayuda de planificación.
- Establece espacios de tiempo en los que dedicará atención al contacto con los compañeros de trabajo y, en general, con el personal de su organización, llevando una hoja de entrevistas. Esto le ayudará a disminuir el número de interrupciones, lo que redundará en el cumplimiento de la agenda de actividades.
  
- Contesta a las preguntas "y que pasa si..." Tales preguntas le permiten, a través de una complejidad de variables, ver e intuir los posibles planes de contingencia.
- Adapta las formas de planificación a las necesidades de cada momento. Así, adapta los conceptos, los procedimientos y las hojas de trabajo a cada circunstancia.
- No es un explorador es un inventor, no es un excavador en un terreno que va a la búsqueda de algo que ya existe, sino que cava y busca algo que no existía hace cinco minutos.



- No alardea de sus propios conocimientos como una muestra de su brillantez. Su labor es dar poderes a otros.
- Tienen un gran respeto por los demás, y esto se puede notar ya que un planificador no es nunca la persona más importante de una reunión. Sabe que forma parte de un equipo y su labor es facilitar al máximo la labor de sus compañeros y sabe incluso cuándo debe quitarse de en medio.
  
- Es básicamente una persona curiosa que escuchan a los demás porque está más interesado en la sabiduría de otras personas que en la suya propia.
  
- Le es más importante la manera de comunicar una estrategia que la manera de presentarla. Necesitan ser buenos a la hora de contar historias y de buscar analogías y olvidarse de las aburridas presentaciones en PowerPoint.
- Tiende a minimizar los riesgos.

En términos generales se puede decir que un buen planificador estratégico permite que la organización tome parte activa, en lugar de reactiva, en la configuración de su futuro, es decir, la organización puede emprender actividades e influir en ellas y, por consiguiente, puede controlar su destino. Gracias a su participación en el proceso, tanto gerentes como trabajadores se comprometen a brindar su apoyo a la organización, con lo cual la participación se vuelve clave para conseguir el compromiso con los cambios que se requieren.

## ANÁLISIS DE SFC Y DE COMPETENCIA PLANIFICACIÓN

A nivel de estándar<sup>9</sup> el gráfico secuencial de funciones (SFC) es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias y secuencias paralelas. Los elementos básicos son etapas y transiciones. Las etapas consisten de partes de programa que son inhibidas hasta que se da una condición especificada por las transiciones.

Considerando que toda actividad tiene una determinada secuencia, o todo proceso conlleva a la realización de actividades en forma secuencial podemos indicar que mediante dicho Gráfico Secuencial podemos utilizar para otros fines empresariales que normalmente involucran actividades de planificación, ejecución y verificación se puede graficar mediante el GRAFCET tal como se indica a continuación:



---

<sup>9</sup> La norma IEC 61131-3 estandariza la programación del PLC ante el incremento de la complejidad de los procesos a controlarse mediante los autómatas programables y la diversidad de lenguajes que se utilizan para cada una de ellas. La parte 3 dedicada a los lenguajes engloba, en más de 200 páginas de texto y 60 tablas, la especificación de la sintaxis y semántica de una suite unificada del lenguaje de programación. Dentro de esta norma son definidos cinco lenguajes de programación, a saber: LISTA DE INSTRUCCIONES; TEXTO ESTRUCTURADO; DIAGRAMA DE CONTACTOS; DIAGRAMA DE FUNCIONES; GRÁFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES, SFC O GRAFCET.

### ESTABLECIENDO NEGOCIOS



Graf.3 Utilización del SFC para indicar actividades empresariales (Elaboración propia)

### APLICACIÓN DEL SFC EN AUTOMATIZACIÓN.

En la industria y en muchas actividades se realizan procesos, la estandarización de cualquier proceso o secuencia de operaciones es sumamente vital más que todo cuando existen, como es el caso de los programadores lógicos, diversos fabricantes que están participando con sus productos a nivel mundial por el fenómeno de la globalización. Si no se tiene un referente, que permita contrastar si el producto que se está fabricando es compatible con otros elementos accesorios, se corre el riesgo de aislarse y no tener usuarios, estableciéndose la prioridad de los estándares.

Sin embargo, si esta norma no se implementa desde los fabricantes hasta

los usuarios finales todo el esfuerzo puede quedar truncado. Desde esa alternativa es que debe sistematizarse toda la información correspondiente de tal modo de que sea utilizado con las ventajas que esto conlleva.

La presentación de casos particulares desarrollados con programación convencional y con la aplicación de la norma IEC 61131-3 permiten examinar y establecer la formalidad y organización de cada solución, mientras que los indicadores que ayudaron a demostrar la eficiencia y productividad es el uso óptimo de los recursos disponibles para el desarrollo de los casos, en los que se utilizan la automatización de sus procesos.

Esta metodología de analizar cualquier proceso que se desea automatizar mediante el GRAFCET o SFC es normal o típico en los cursos de Control de Procesos y Automatización Industrial pues la secuencia de operaciones permite la automatización de sus actividades. Cabe resaltar que en estos casos siempre se colocan en las etapas las actividades propias del proceso y en las transiciones los resultados de esta actividad que permiten iniciar la siguiente actividad tal como se explicó en el fundamento teórico de este trabajo. Bajo esta misma premisa es que en el presente trabajo de investigación se propone utilizar esta metodología en la enseñanza de cursos de administración cuyos ejemplos y casos son presentados más adelante; en este Ítem se presentan casos de automatización y la manera enfocarlos para el logro de los objetivos, hemos llamado casos para mantener una propuesta realizada anteriormente en un trabajo de investigación presentado por el autor.



Paso 1, Todas las interfaces están totalmente definidas, la tolva que se alimenta con parafina mediante otro proceso, se calienta mediante el calefactor, la compuerta se activa mediante el solenoide, la faja mediante el motor.

Paso 2, se cuenta con sensores para enviar señales y accionar los mecanismos.

Paso 3, El operador activa el sistema mediante un main A

Paso 4, Las funciones quedan claramente definidas como sigue:

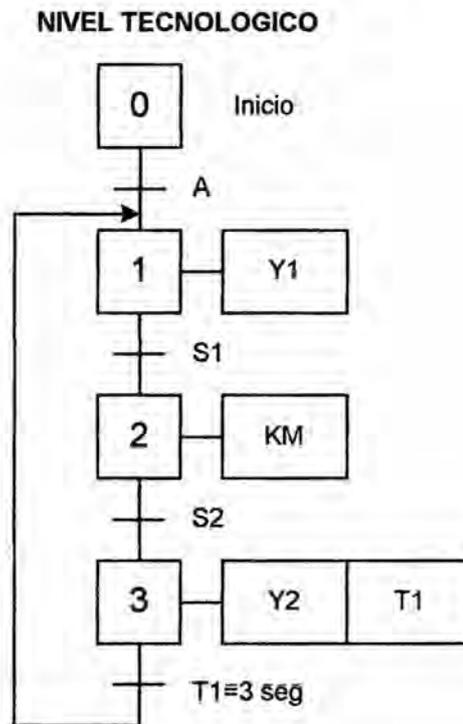
- Secuencia principal
- Control de temperatura
- Solenoide de control de compuerta
- Motor que activa la faja transportadora

Paso 5, El análisis de la secuencia de operaciones se puede realizar con el GRAFCET a nivel funcional, tal como se muestra en la figura siguiente:



Graf.4 GRAFCET FUNCIONAL DE TOLVA (Elaboración propia)

Paso 6, Culinado el análisis funcional se pueden determinar los elementos primarios y elementos finales en cada una de las etapas y transiciones del GRAFCET pasando a la fase tecnológica traduciéndolo con los elementos sensores y actuadores manteniendo la secuencia lógica tal como sigue:



Graf.5 GRAFCET TECNOLÓGICO DE TOLVA (Elaboración propia)

Paso 7, En función del GRAFCET de nivel tecnológico, siguiendo los procedimientos de análisis de etapa/transición y las reglas del caso se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

ECUACIONES GENERADAS DEL NIVEL TECNOLÓGICO PARA EL DIAGRAMA LADDER

$$E1 = E3.T1 + \overline{E2}.E1$$

$$E1 = Y1$$

$$E2 = E1.S1 + \overline{E3}.E2$$

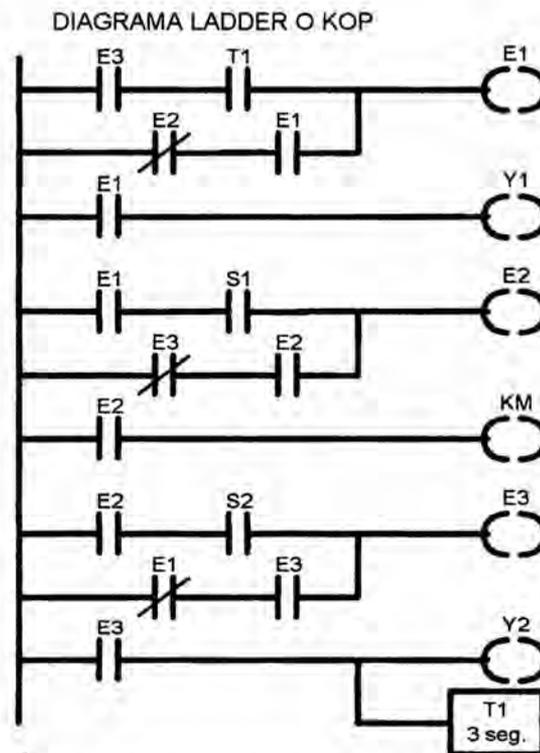
$$E2 = KM$$

$$E3 = E2.S2 + \overline{E1}.E3$$

$$E3 = Y2$$

$$E3 = T1$$

Pasando de una representación matemática a un diagrama de contactos se tiene el siguiente diagrama:



Graf.6 DIAGRAMA LADDER O KOP PARA TOLVA (Elaboración propia)

Que nos permite tener la lógica del sistema de control para que nuestro sistema funcione automáticamente. Si el PLC que realice el control del sistema sería de la Marca Allen Bradley, la asignación de las E/S para el diagrama de contactos queda como sigue:

| ASIGNACION DE E/S |       |         |       |      |        |            |
|-------------------|-------|---------|-------|------|--------|------------|
| ENTRADAS          |       | SALIDAS |       | BITS |        | TEMPORIZ.  |
| S1                | I:0/0 | Y1      | O:0/0 | E1   | B3:0/0 | T1 T4:0/DN |
| S2                | I:0/1 | Y2      | O:0/1 | E2   | B3:0/1 |            |
|                   |       | KM      | O:0/2 | E3   | B3:0/2 |            |

Cuando estas direcciones son insertadas en el diagrama de contactos anterior permite tener el KOP para la programación del Automata Programable o PLC.

### **CASO: SELECCIONADORA DE PIEZAS POR TAMAÑO Y PESO**

Este caso se coloca para visualizar lo dificultoso que conllevaba realizar el sistema eléctrico de acuerdo a la experiencia del especialista.

Es una banda transportadora que está girando y cuando viene una pieza detecta el peso y la altura mediante sus respectivos transductores, como la banda está en movimiento también activa LS1 activando los solenoides de la electrovalvulas de pintura, de acuerdo a como fue detectado se pintará con el color correspondiente: bajo y liviano azul, bajo y pesado amarillo, alto y liviano rojo, alto y pesado verde, hasta que la pieza activa LS2 que desactiva las electrovalvulas y activa los desviadores que como veletas orientan hacia el respectivo almacén donde deben llegar los productos ya clasificados, existes cuatro desviadores para B/L,B/P,A/L,A/P, al llegar al almacén la pieza activa los microswitch LS3,LS4,LS5,LS6 correspondientes, colocando al sistema listo para continuar con otra pieza en la banda transportadora.

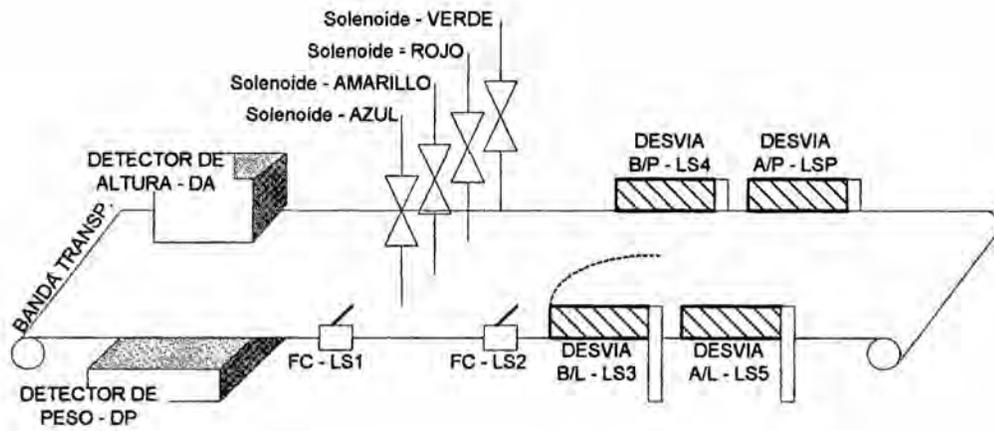
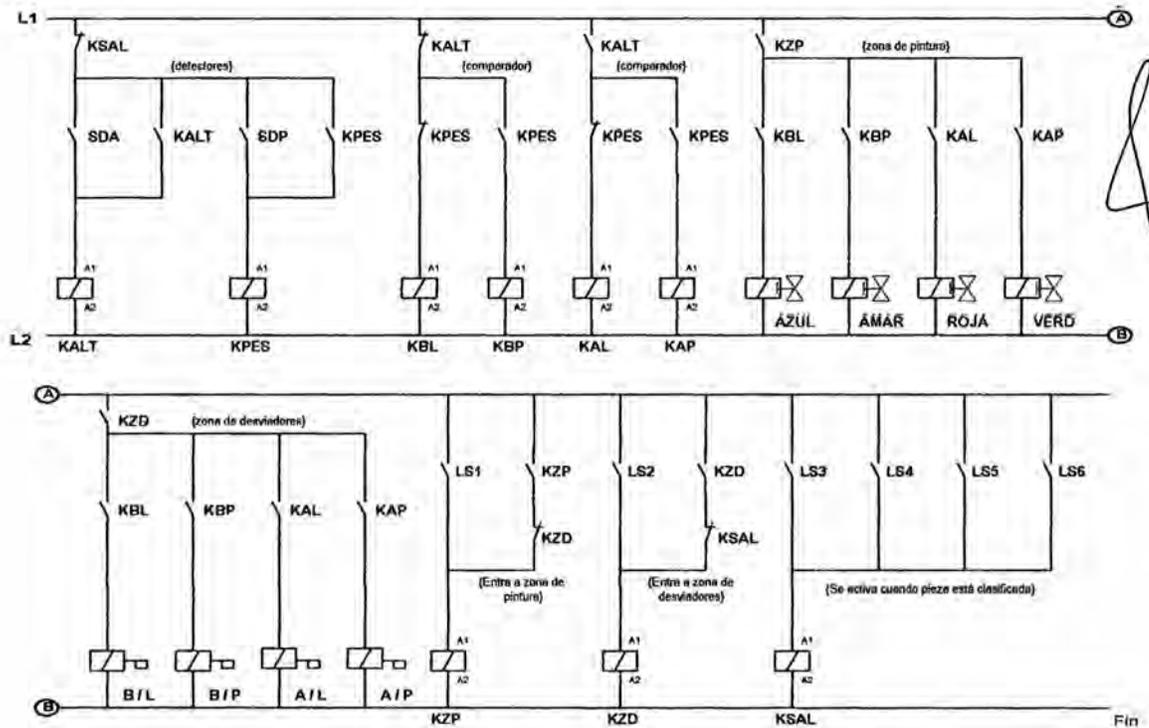


Fig. 2 PROCESO DE CLASIFICACION DE PIEZAS POR PESO Y TAMAÑO (Adaptado de Electrónica industrial, Maloney)

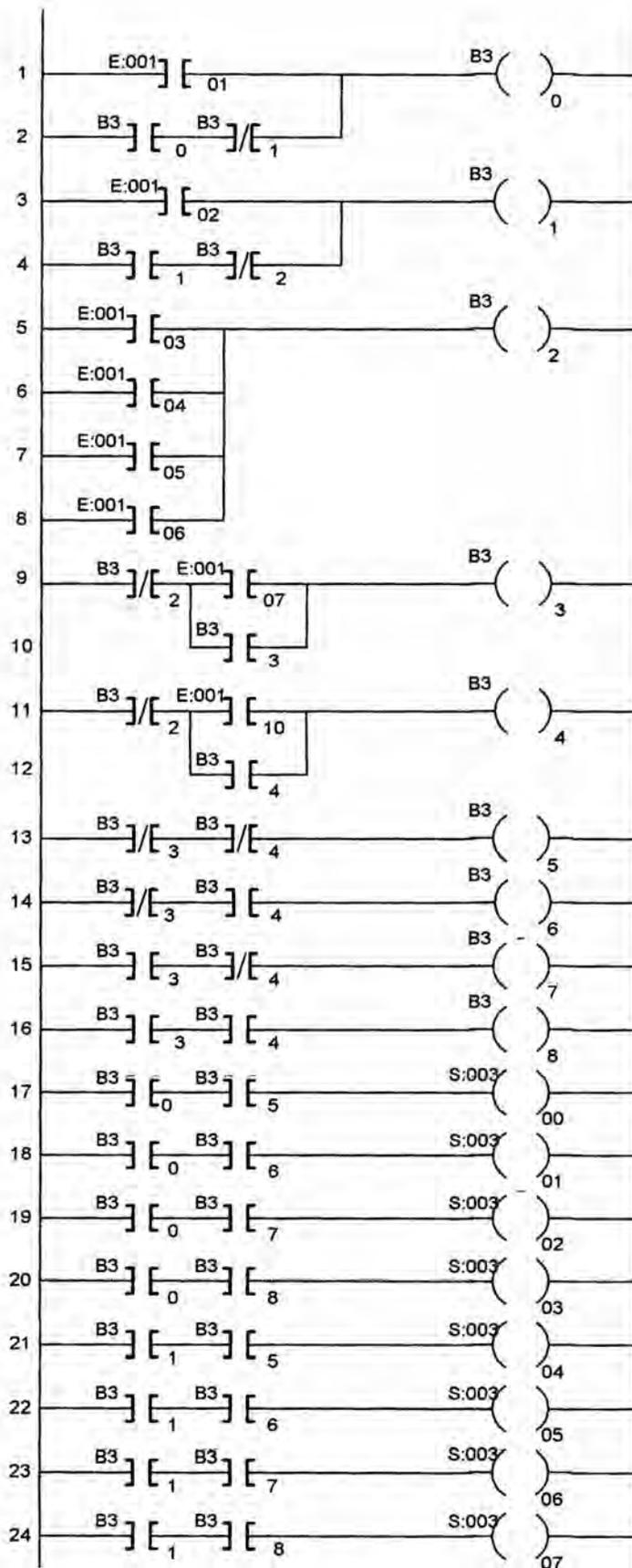
DIAGRAMA ELECTRICO



Graf.7 ESQUEMA ELECTRICO DE LA LOGICA DE CONTROL DE CLASIFICADOR

El ladder diagram o escalera con el que se programa un PLC es rápidamente trasladada de un diagrama eléctrico, cosa que se hizo en la solución de este problema, tal como se ve en la siguiente figura, obviamente para determinar el direccionamiento de las señales se establecieron las direcciones de los bits que deben almacenarse en la memoria.

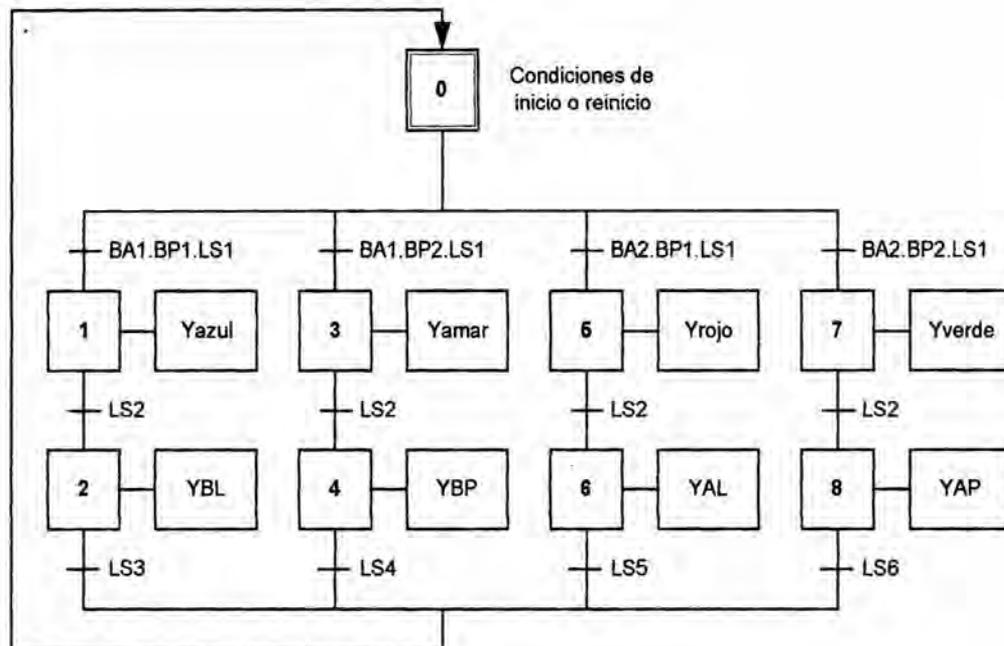
| Asignación de las direcciones E/S y lógica interna |          |                             |          |                                     |
|--|----------|-----------------------------|----------|-------------------------------------|
| ENTRADAS   |          | SALIDAS                     |          | BOBINAS DE RELES                    |
| LS1  | E:001/01 | Solenoides pintura azul     | S:003/00 | La pieza de trabajo:                |
| LS2  | E:001/02 | Solenoides pintura amarilla | S:003/01 | Está en zona de pintura RZP B3/0    |
| LS3  | E:001/03 | Solenoides pintura roja     | S:003/02 | Está en zona de desviación RZD B3/1 |
| LS4  | E:001/04 | Solenoides pintura verde    | S:003/03 | Está liberado RSAL B3/2             |
| LS5  | E:001/05 | Solenoides de desvío B/L    | S:003/04 | Es alta RALT B3/3                   |
| LS6  | E:001/06 | Solenoides de desvío B/P    | S:003/05 | Es pesada RPES B3/4                 |
| Detector de altura                                 | E:001/07 | Solenoides de desvío A/L    | S:003/06 | Es baja y ligera RBL B3/5           |
| Detector de peso                                   | E:001/10 | Solenoides de desvío A/P    | S:003/07 | Es baja y pesada RBP B3/6           |
|  |          |                             |          | Es alta y ligera RAL B3/7           |
|  |          |                             |          | Es alta y pesada RAP B3/8           |



Graf.8 DIAGRAMA ESCALERA PARA EL PLC DE LA BANDA CLASIFICADORA

El análisis con el IEC 61131-3 facilita la determinación de las ecuaciones con el que se pueden generar cualquier lenguaje para el PLC:

| ENTRADAS                    |     | SALIDAS                     |        |
|-----------------------------|-----|-----------------------------|--------|
| Detector de altura BAJO     | BA1 | Solenoides pintura azul     | Yazul  |
| Detector de altura ALTO     | BA2 | Solenoides pintura amarilla | Yamar  |
| Detector de peso LIVIANO    | BP1 | Solenoides pintura roja     | Yrojo  |
| Detector de peso PESADO     | BP2 | Solenoides pintura verde    | Yverde |
| Ingreso a zona de pintura   | LS1 | Solenoides de desvío B/L    | YBL    |
| Ingreso zona de desviadores | LS2 | Solenoides de desvío B/P    | YBP    |
| Llegada almacén B/L         | LS3 | Solenoides de desvío A/L    | YAL    |
| Llegada almacén B/P         | LS4 | Solenoides de desvío A/P    | YAP    |
| Llegada almacén A/L         | LS5 |                             |        |
| Llegada almacén A/P         | LS6 |                             |        |



Graf.9 SFC O GRAFCET DE LA BANDA CLASIFICADORA

$$E0 = (E2.LS3 + E0.\overline{E1}) + (E4.LS4 + E0.\overline{E3}) + (E6.LS5 + E0.\overline{E5}) + (E8.LS6 + E0.\overline{E7})$$

$$E1 = E0.BA1.BP1.LS1 + E1.\overline{E2}$$

$$E1 = Yazul$$

$$E2 = E1.LS2 + E2.\overline{E0}$$

$$E2 = YBL$$

$$E3 = E0.BA1.BP2.LS1 + E3.\overline{E4}$$

$$E3 = Yamar$$

$$E4 = E3.LS2 + E4.\overline{E0}$$

$$E4 = YBP$$

$$E5 = E0.BA2.BP1.LS1 + E5.\overline{E6}$$

$$E5 = Yrojo$$

$$E6 = E5.LS2 + E6.\overline{E0}$$

$$E6 = YAL$$

$$E7 = E0.BA2.BP2.LS1 + E7.\overline{E8}$$

$$E7 = Yverde$$

$$E8 = E7.LS2 + E8.\overline{E0}$$

$$E8 = YAP$$

## ECUACIÓN BOOLEANA

### CASO: PERFILADORA

Identificando los componentes (Paso 1).- En el presente caso se tienen tres cilindros electroneumáticos A,B,C que son controlados por los distribuidores A, B, C respectivamente (que no se indican en la ilustración, estos distribuidores a su vez se activan mediante solenoides Ya+, Ya-, Yb+, Yb-, Yc+, Yc-) donde los (+) permiten que se extiende el émbolo del cilindro y los (-) hacen que se retraiga el émbolo, esto hace que todo el sistema de control se base en el control de los solenoides. Los sensores que regulan la máxima extensión del émbolo son S4,S6 y S8 mientras que los que indican que el émbolo esta retraido son los sensores S3,S5, y S7. Finalmente se cuenta con un sensor fotoeléctrico S2 que cumple funciones de protección, pues mientras el haz luminoso es continuo el proceso prosigue pero si es interrumpido (por presencia de las manos del operador) el proceso se



detiene, asimismo se cuenta con un sensor de proximidad inductivo S1 que informa que la plancha está en el punto de trabajo pues si no lo sensa no inicia el proceso.

Señales que se intercambian y las definiciones de cada uno (Pasos 2 y 3).-

Información que se colectan de los sensores, del controlador hacia los actuadores, según la explicación del párrafo anterior.

Análisis de la descomposición del problema de control (Paso 4).-

Al activarse el sistema el S1 verifica que exista el material de trabajo, S2 que no estén las manos del operador en la zona de peligro, luego el émbolo del cilindro A se extiende hasta S4 donde se detiene, en ese momento se activan los oledonides que controlan los cilindros B y C que extienden sus émbolos hasta llegar a S6 y S8 respectivamente.

En ese momento se activan los solenoides Yb- Yc- cambiando de posición los distribuidores haciendo que se retraigan sus émbolos B y C; cuando están totalmente retraídos (S5 y S7) se activa Ya- haciendo que el émbolo del cilindro A se retraiga hasta S3 donde se detiene para el cambio de material manualmente, estando listo para iniciar el proceso.

De esta explicación se definen las siguientes funciones:

- Secuencia principal.
- Cilindro A
- Cilindro B y C
- Presencia de material y protección de manos del operador.

### PROCESO DE UNA PERFILADORA

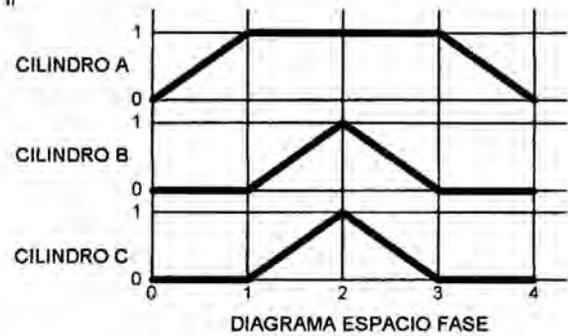
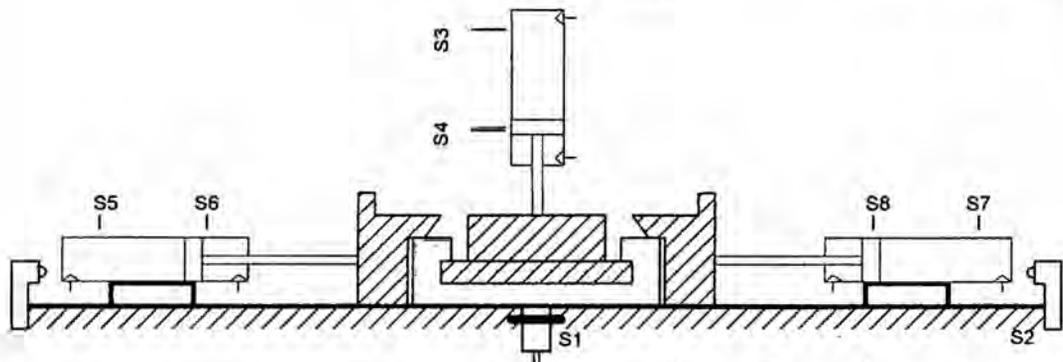
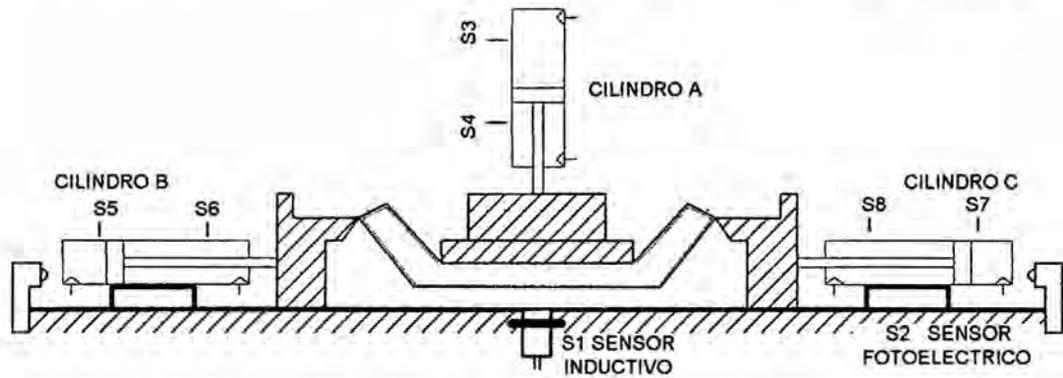
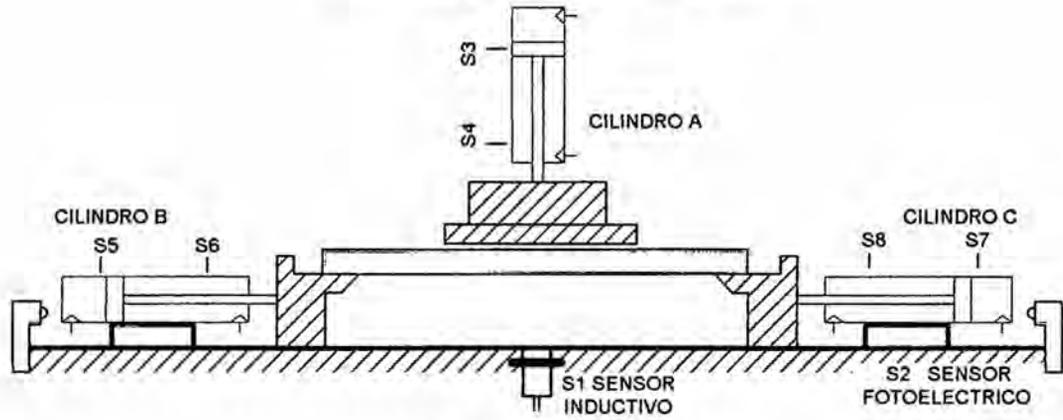
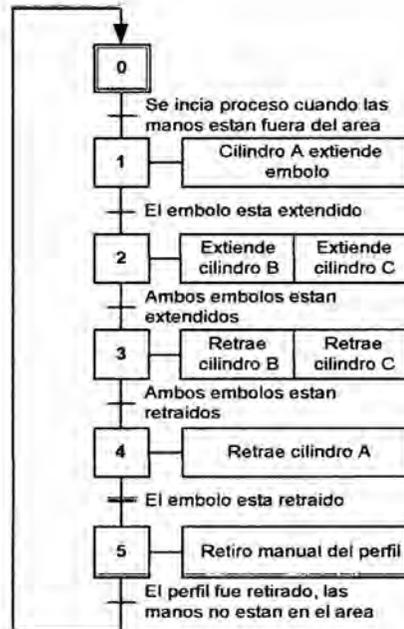


Fig. 3 LAS TRES FASES DEL PERFILADO DE UNA CANALETA (Elaboración propia)

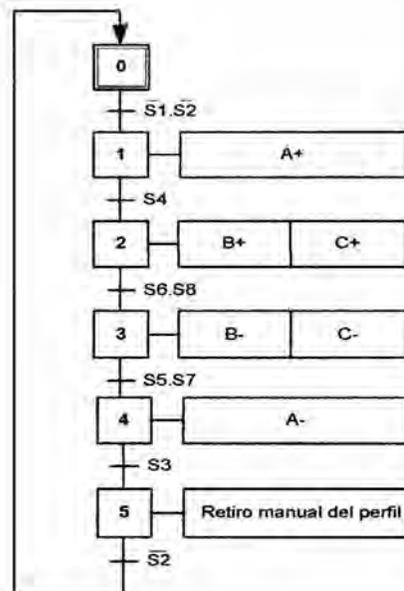
Estructurando su funcionamiento (Paso 5).- El funcionamiento lo analizamos con el SFC o Grafcet, como sigue:



Graf.10 GRAFCET FUNCIONAL DE PERFILADORA (Elaboración propia)

Definiendo los tiempos y adecuandolos tecnológicamente (Pasos 6 y 7).-

Trasladamos el Grafcet a la definición tecnológica, como sigue:



Graf.11 GRAFCET TECNOLÓGICO DE PERFILADORA (Elaboración propia)

Definiendo o asignando las direcciones como sigue:

| entradas | salidas |
|----------|---------|
| S1       | Ya+     |
| S2       | Ya-     |
| S3       | Yb+     |
| S4       | Yb-     |
| S5       | Yc+     |
| S6       | Yc-     |
| S7       |         |
| S8       |         |

### CASO: ESTAMPADORA

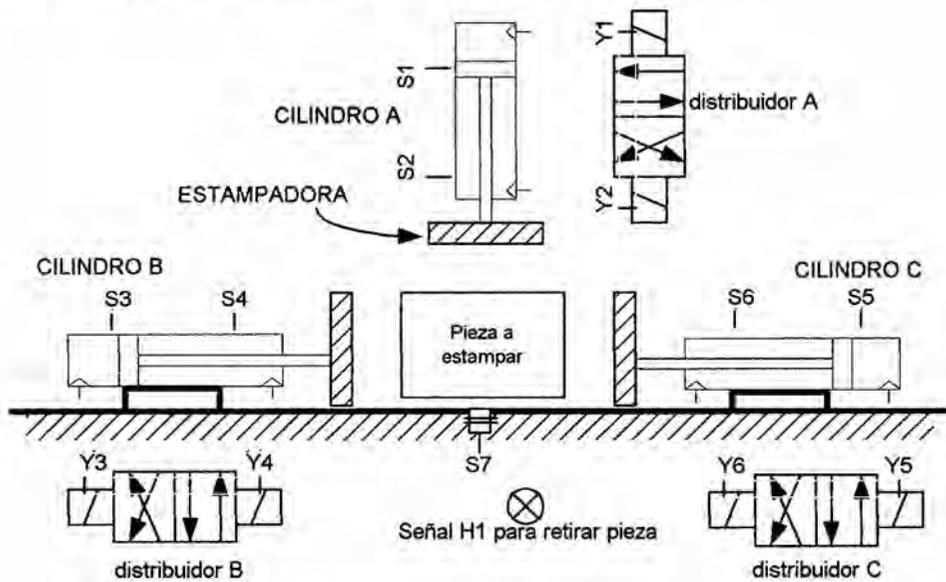
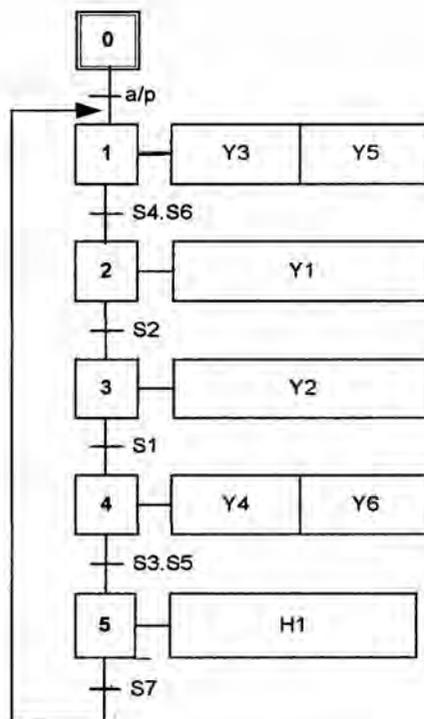


Fig. 4 Proceso de una estampadora

Muy similar al caso expuesto de la perfiladora por lo que tan solo se colocará los respectivos diagramas



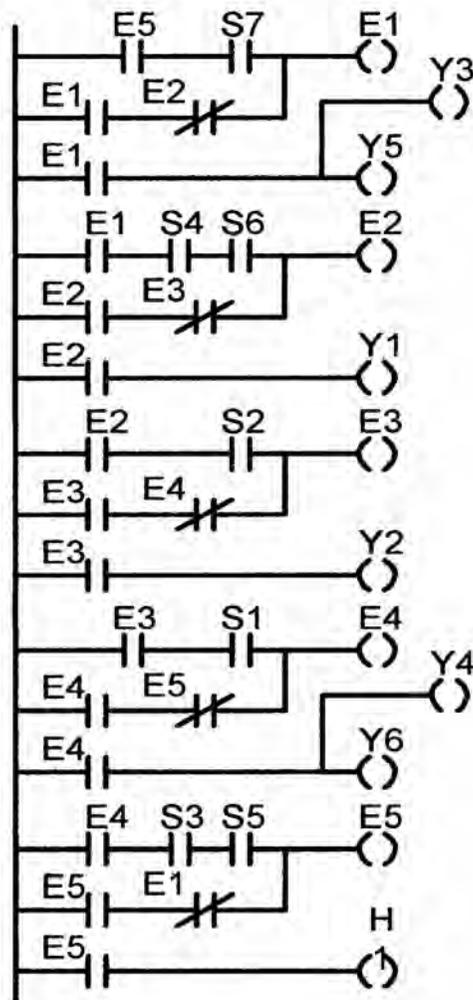
Graf.12 GRAFCET FUNCIONAL DE LA ESTAMPADORA



Graf.13 GRAFCET TECNOLÓGICO DE LA ESTAMPADORA

$$\begin{aligned}
 E1 &= E5.S7 + \overline{E2}.E1 \\
 E1 &= Y3 \\
 E1 &= Y5 \\
 E2 &= E1.S4.S6 + \overline{E3}.E2 \\
 E2 &= Y1 \\
 E3 &= \overline{E2}.S2 + \overline{E4}.E3 \\
 E3 &= Y2 \\
 E4 &= E3.S1 + \overline{E5}.E4 \\
 E4 &= Y4 \\
 E4 &= Y6 \\
 E5 &= E4.S3.S5 + \overline{E1}.E5 \\
 E5 &= H1
 \end{aligned}$$

ECUACIONES BOOLENAS PARA LA ESTAMPADORA



Graf.14 EL KOP GENERADO.

## PROPUESTA APLICACIÓN DEL SFC EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN

A continuación se presentaran una serie ejemplos donde se utiliza el SFC o GRAFCET para organizar la secuencialidad en cada uno de los procesos. Recuérdese que en una etapa del GRAFCET se coloca la actividad del proceso a realizarse en tanto que en la transición se colocan los productos generados de esta actividad y que permiten iniciar la siguiente o siguientes actividades, Tal como se muestra en la figura.

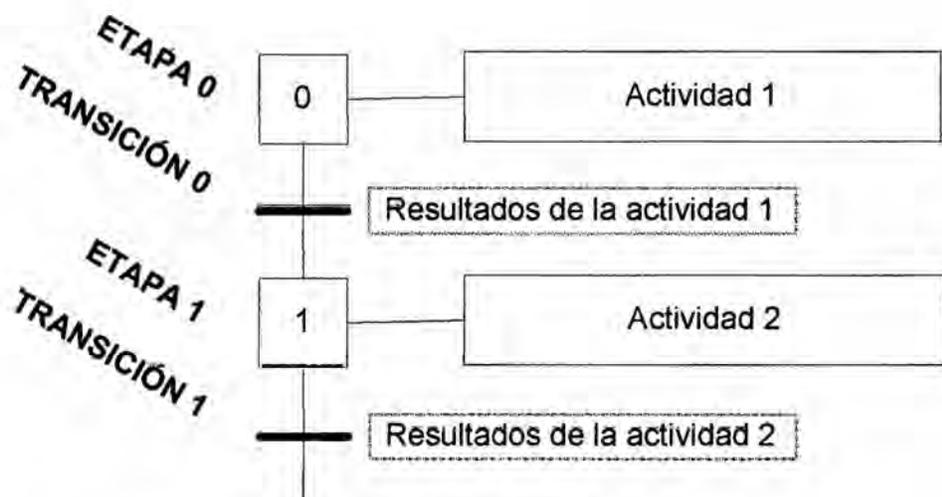


Fig. 5 Actuación de los componentes del GRAFCET en un proceso

Tal como se aprecia cualquier proceso que tenga sus actividades definidas podemos graficarlo mediante el GRAFCET o SFC, tal como se hizo en los casos presentados en el ítem anterior de automatización industrial. En los ejemplos siguientes se observaran la misma nomenclatura del GRAFCET pero aplicado a conceptos de administración tales como los procedimientos

académicos administrativos en un examen de titulación, la Rueda y Principios de Deming, las 7s, las 5s, Gung-Ho, entre otros.

Tal como se puede observar los principios del GRAFCET se mantienen en la presentación de casos del curso de Administración de Empresas o similares, haciéndolo mas amigable para los estudiantes de ingeniería ya que ellos tienen estructurado en su mente los procesos con sus entradas y salidas que son los que representa el GRAFCET.

#### **EJEMPLO: EXAMEN DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN (EXAMEN PROPEDEUTICO)**

El examen para la titulación en la FIEE UNAC tiene una secuencia totalmente integrada y no se puede comenzar un proceso sin antes haber culminado el otro (exámenes, pruebas, asistencia, cursos a examinarse, jurados, tiempos a controlarse, entre otras variables) al organizar mediante un SFC se ordenan las actividades en forma secuencial, los productos obtenidos luego de un proceso las veces que se tiene que repetir los tiempos que toma cada proceso, etc.

Se comienza emitiéndose las normas y dispositivos que regulen este proceso, sino se tiene esta resolución no puede iniciarse el proceso en las aulas (este detalle de tener un producto luego de un proceso permite que se regule la secuencialidad de los procesos), una vez iniciado el proceso lo primero que tendrá que hacerse es instalarse el jurado (esto aparece como un proceso e

tanto que el acta de instalación aparece como el producto obtenido en este proceso) luego de emitida el acta de instalación se inician las actividades propias de la evaluación tal como se indica en el GRAFCET.

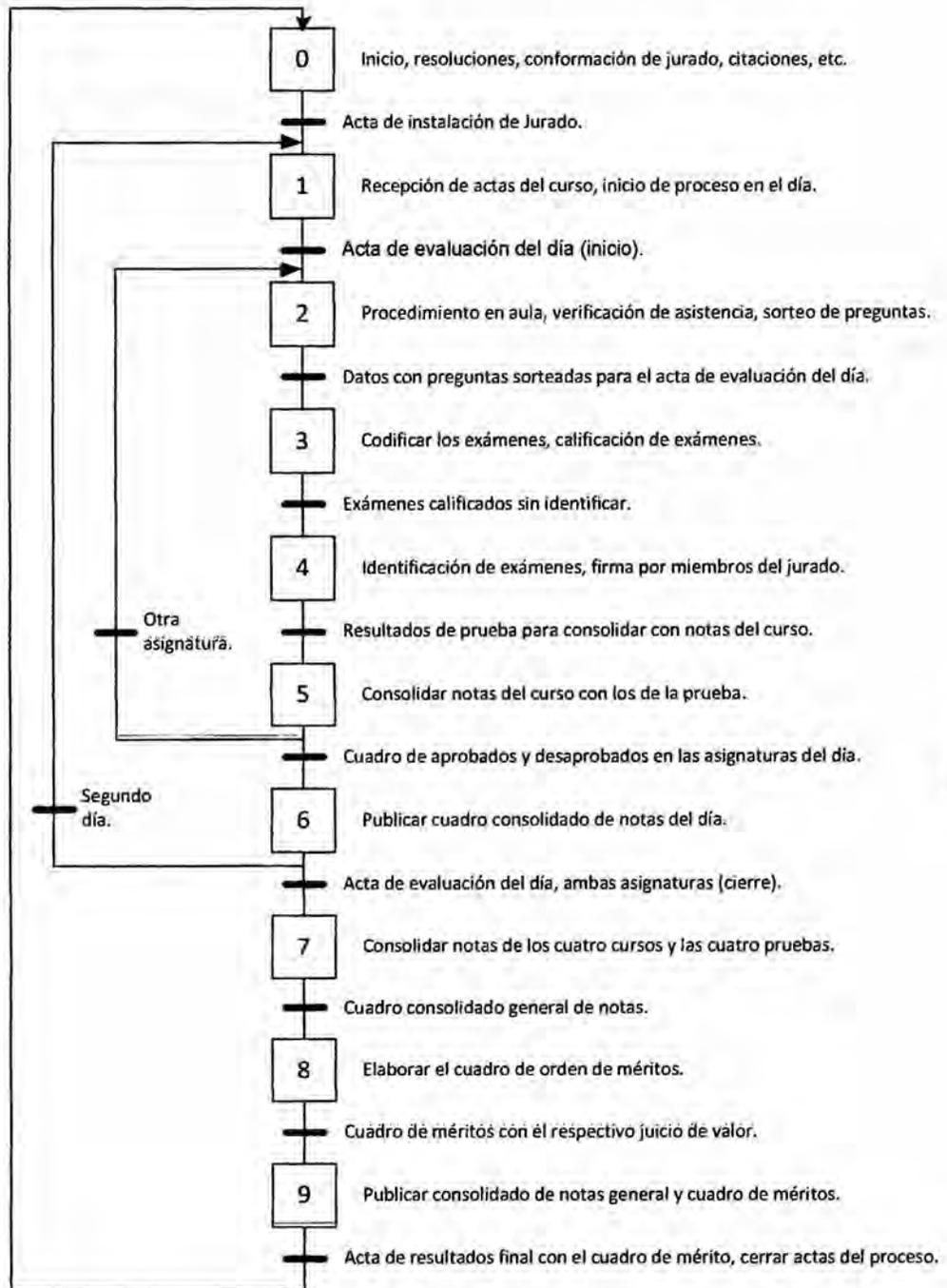
Existen actividades que se volverán a realizar luego de un periodo de tiempo (tomar examen de otras asignaturas al día siguiente) pero que tienen las mismas características iniciales, en ese caso e GRAFCET nos permite realizar un a realimentación de todo este proceso tal como se visualiza en la etapa que aparece luego del examen del primer día, este mismo detalle sucede cuando se va a tomar otra asignatura en el mismo día y este es graficado mediante una línea de realimentación dentro de otra realimentación del día.

Finalizado el proceso general del examen con varias actividades cada una se grafica una realimentación a la etapa cero quedando expedito para iniciar otro proceso similar.

Tal como se puede observar en la siguiente figura estos pasos se realizan en forma secuencial de modo que un proceso culminado es el comienzo de otro proceso siempre en cuando se cumplen los requisitos o parámetros establecidos como puede ser un producto concluido, una actividad realizada con un programa listo para ejecutarse, un acta después de una reunión, etc. Del mismo modo que sucedió cuando definimos una automatización dode estos parámetros son la temperatura, tiempo, etc.



**SECUENCIA DE OPERACIONES EN UN PROCESO DE EVALUACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO POR LA MODALIDAD DE EXAMEN ESCRITO**



Elaborado por Ing. Víctor Gutiérrez Tocas.

Graf.15 EXAMEN DEL CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN

## **EJEMPLO: PRINCIPIOS DE DEMING SOBRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD<sup>10</sup>**

Aunque datan de hace algunas décadas, aquí se presentan los principales postulados de E. Deming sobre calidad y productividad; muchos de ellos siguen vigentes debido a que son claves para el manejo de un proceso de gestión centrado en la creación y entrega de valor al cliente.

Según Deming la adopción y la actuación sobre estos principios sirve en cualquier parte, tanto en las pequeñas organizaciones como en las más grandes, en las empresas de servicios y en las dedicadas a la fabricación.

### **Principios:**

1. Ser constantes en el propósito de mejorar el producto y el servicio con la finalidad de ser más competitivos, mantener la empresa y crear puestos de trabajo.
2. Adoptar la nueva filosofía para afrontar el desafío de una nueva economía y liderar el cambio.
3. Eliminar la dependencia en la inspección para conseguir calidad.
4. Acabar con la práctica de comprar en base solamente al precio. Minimizar el coste total en el largo plazo y reducir a un proveedor por elemento estableciendo una relación de lealtad y confianza.
5. Mejorar constantemente y siempre el sistema. Esto mejorará la calidad y

---

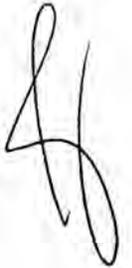
<sup>10</sup> Adaptado de la forma virtual encontrado en las siguientes Páginas Web:

<http://sobregenerenciayempresa.blogspot.com/2013/03/calidad-y-productividad-segun-Deming.html>

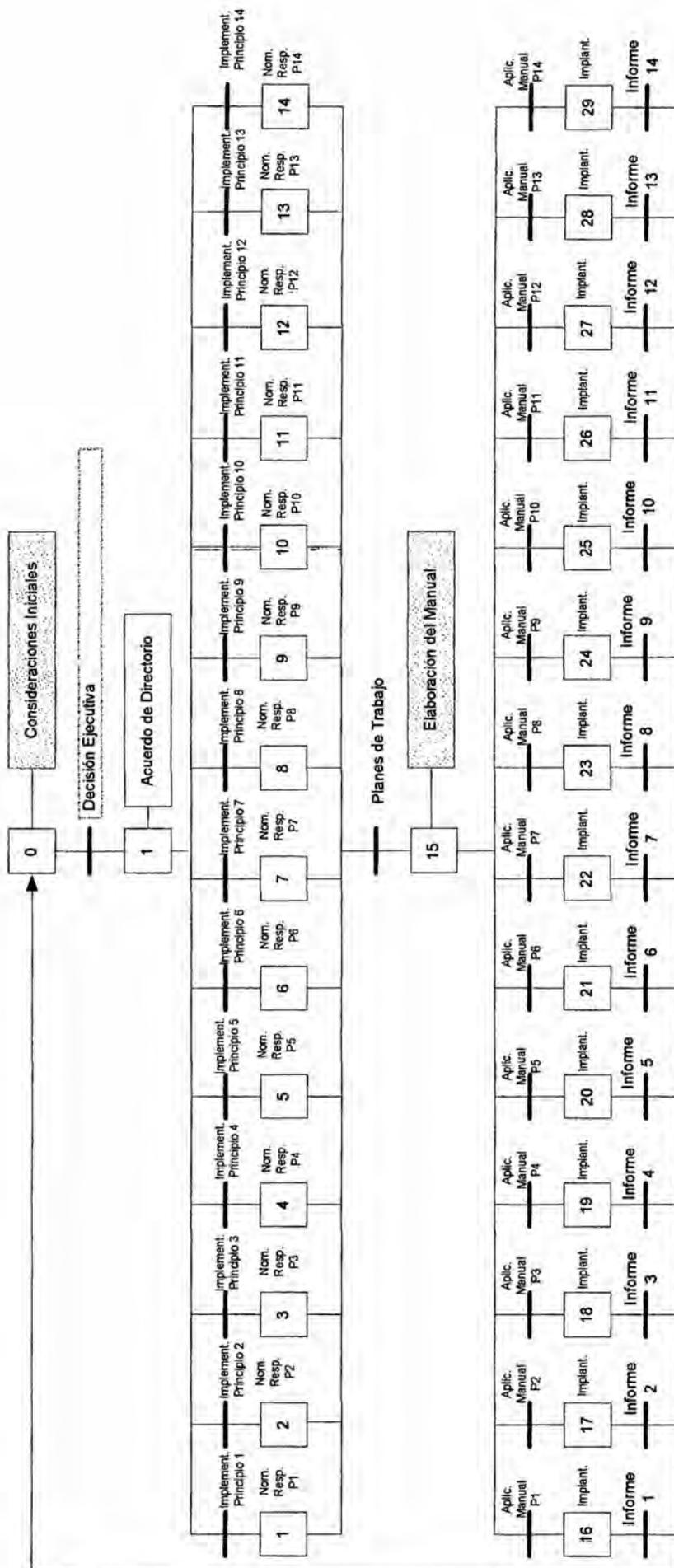
<http://demingcollaboration.com/language/spanish/demings-14-points/>

reducirá los costes.

6. Instituir el entrenamiento de habilidades
7. Adoptar e instituir el liderazgo para la dirección de personas, reconociendo sus diferencias, habilidades, capacidades y aspiraciones. El propósito del liderazgo es ayudar al equipo a mejorar su trabajo.
8. Eliminar el miedo, de forma que todos puedan trabajar con eficacia.
9. Eliminar las barreras entre departamentos asegurando una cooperación win-win. Las personas de todos los departamentos deben trabajar como un equipo y compartir información para anticipar problemas que pudieran afectar al uso del producto o servicio.
10. Eliminar los eslóganes y exhortaciones a la calidad. Esto solo puede dañar las relaciones ya que la mayoría de las causas de baja calidad son del sistema y los empleados poco pueden hacer.
11. Eliminar los objetivos numéricos, las cuotas y la dirección por objetivos. Sustituyen el liderazgo.
12. Eliminar las causas que impiden al personal sentirse orgullosos de su trabajo. Esto es eliminar la revisión anual de méritos o cualquier tipo de clasificación que solo creará competitividad y conflicto.
13. Instituir un vigoroso programa de educación y automejora.
14. Poner a todo el mundo a conseguir la transformación ya que ésta es el trabajo de todos.



Graf.16 LOS PRINCIPIOS DE DEMING (Elaboración propia)



## **EJEMPLO: LAS 7S DE MCKINSEY O LOS SIETE FACTORES A ESTUDIAR<sup>11</sup>**

Las 7S están compuestas por 7 esferas conectadas entre sí, con un elemento central que son los "valores compartidos".

### **Los factores son los siguientes:**

**1. Style** (estilo): El estilo es la cultura de la organización. Normalmente es la cúpula quien debe establecer las bases de los comportamientos y buenas prácticas que marcarán el estilo y la forma de ser de la empresa. Además, deben ser los directivos y jefes los primeros en dar ejemplo al resto de empleados de la empresa.

**2. Staff** (personal): Los empleados son la columna vertebral de cualquier organización y uno de sus más importantes activos. Es por ello que la forma de tratar a los recursos humanos debe estar alienada con la estrategia.

**3. Systems** (sistemas): Incluye los procesos internos y los sistemas de información que posibilitan el funcionamiento de la empresa. Los procesos y la información pueden compararse con la sangre que fluye por un cuerpo.

**4. Strategy** (estrategia): se basa en la manera de organizar y enfocar los

---

<sup>11</sup> Adaptado de forma virtual encontrada en la siguiente Páginas Web:

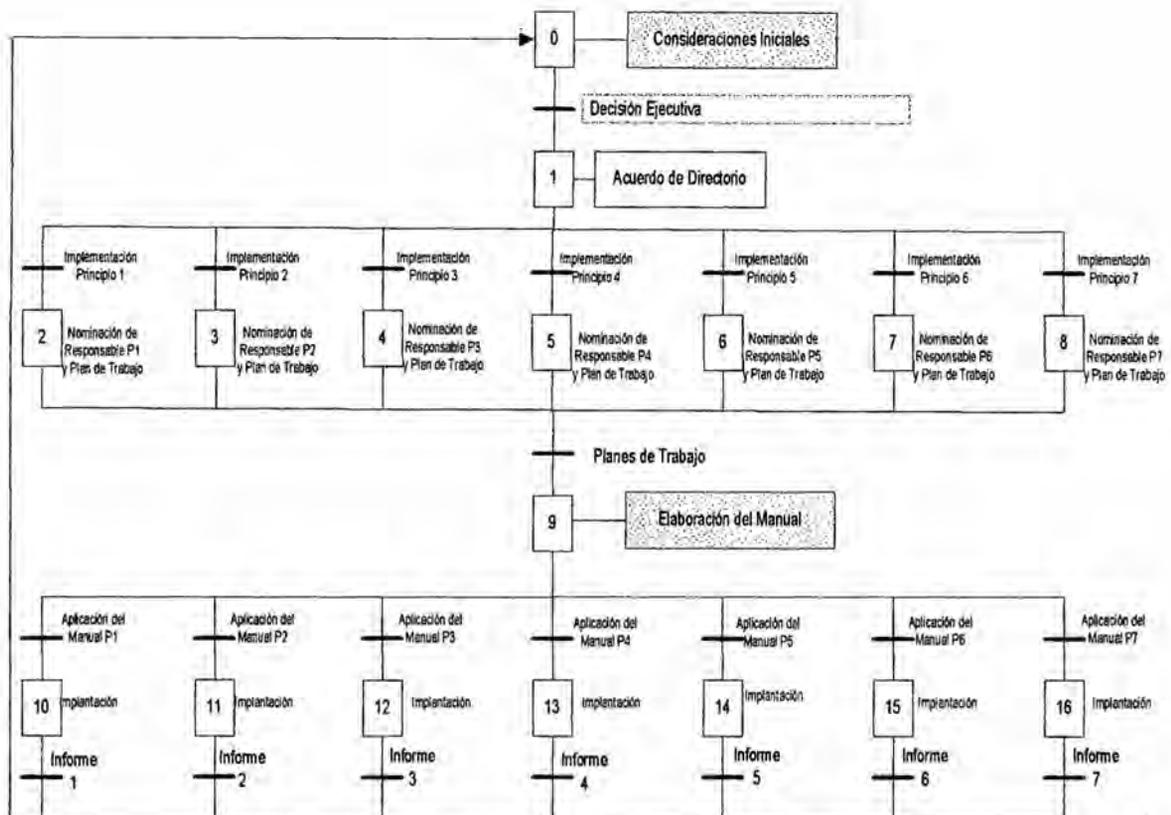
recursos, para conseguir los objetivos de la organización. Podríamos compararlo con el cerebro de una organización.

**5. Structure** (estructura): Es la manera en que se organizan, se relacionan e interactúan las distintas variables y unidades del negocio. La estructura puede ser departamental o no, con una jerarquía lineal, matricial, divisional o de otro tipo. Asimismo, se puede dividir geográficamente (local, estatal o plurinacional), de gestión centralizada o descentralizada, etc.

También la estructura puede depender de la fórmula jurídica que tiene la entidad (sociedad anónima, limitada, cooperativa, joint-venture...) y el modelo de expansión que se busca (franquicias, orgánica, fusiones...).

**6. Skills** (habilidades): Se refiere a las habilidades y capacidades requeridas por los miembros de la organización. Es lo que Michael Porter llama Competencias Centrales. También puede referirse al *know how* de la compañía.

**7. Shared values** (valores compartidos): Los valores compartidos son el corazón de la empresa. Lo que une a sus miembros y alinea a todos ellos en la misma dirección.



Graf.17 LAS 7S DE MCKINSEY (Elaboración propia)

## EJEMPLO: EL MÉTODO DE LAS 5S EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA<sup>12</sup>

El método de las 5S es una práctica de calidad ideada en Japón referida al mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos. Dicha práctica es realizada en gran parte de instituciones públicas como privadas de todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad para realizar.

Las 5S no deben ser entendidas como una moda pasajera, sino como una conducta de la vida diaria.

Por tanto, es necesario realizar un cambio de mentalidad en las personas involucradas en la organización para evitar su resistencia a la implementación. Por ello, el primer paso consiste en preparar mentalmente a los empleados para que acepten las 5 S antes de dar comienzo a la campaña. Como un aspecto preliminar al esfuerzo de las 5 S, debe asignarse un tiempo para analizar la filosofía implícita y sus beneficios:

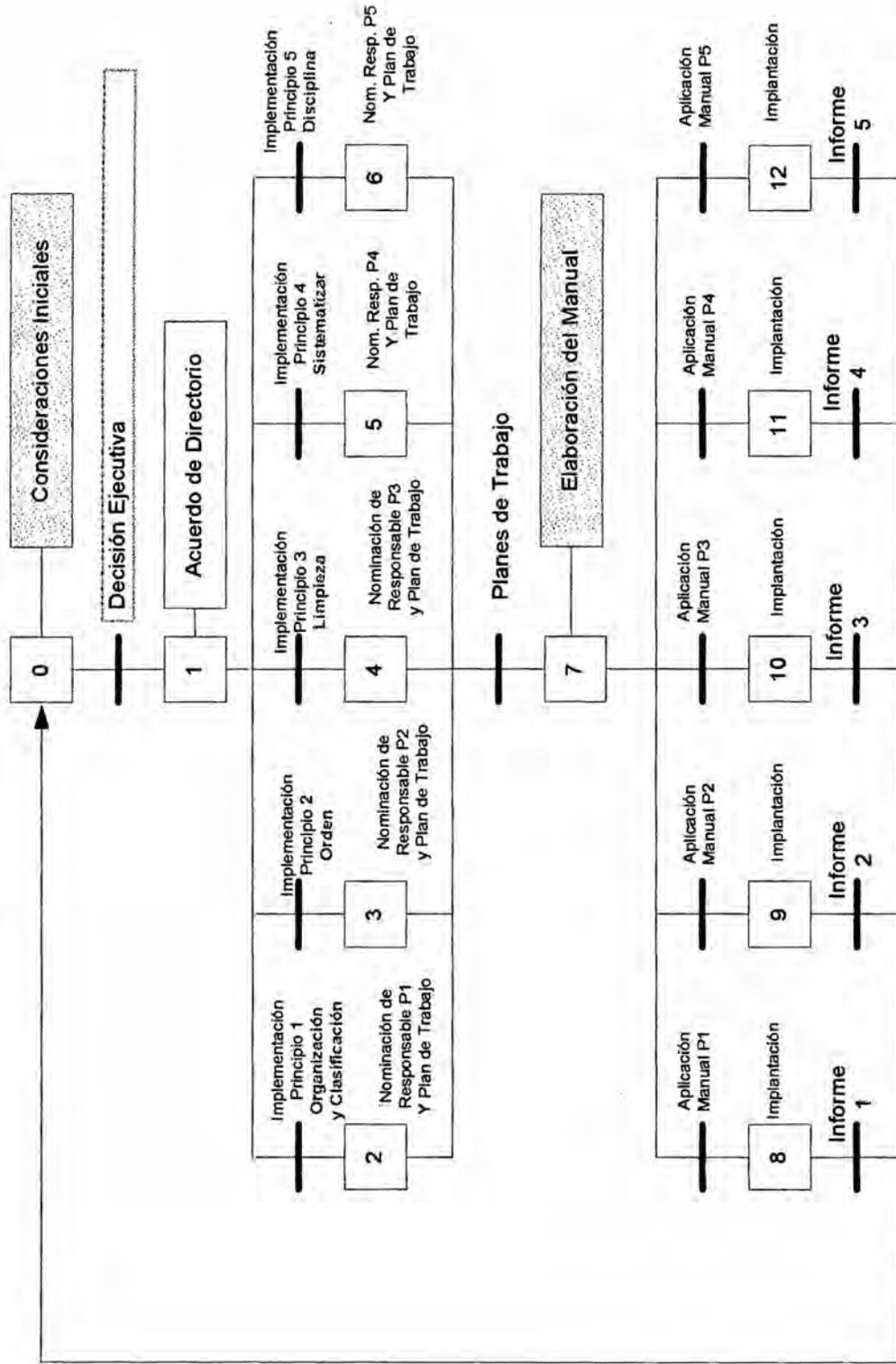
El método de las 5 S representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que empiezan con la letra S. Cada palabra tiene un significado que puede variar de acuerdo a la literatura que se analice al respecto pero que en general expresa lo siguiente:

1. Seiri (Organización y Clasificación)
2. Seiton (Orden)
3. Seiso (Limpieza)
4. Seiketsu (Sistematizar)
5. Shitsuke (Disciplina)

---

<sup>12</sup> Adaptado de la forma virtual encontrado en la siguiente Páginas Web:  
<http://www.emprendeperu.pe/2009/12/el-metodo-de-las-5-s-en-la.html>

Graf. 18 EL MÉTODO DE LAS 5 S EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (Elaboración propia)



## EJEMPLO: LOS PRINCIPIOS DEL KAIZEN<sup>13</sup>

El método Kaizen surge como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial. Japón se encontraba entonces no solo acabado estructuralmente, ya que las industrias, sobre todo las nuevas, atravesaban por serias dificultades debido a la falta de inversión, materias primas entre otros, sino también moralmente lo que acarreaba el bajo estímulo de la fuerza laboral.

En 1986 Masaaki Imai introdujo el término Kaizen en la literatura de administración gracias a la difusión de su libro *The Key to Japan's Competitive Success*, el cual hoy en día ha llegado a aceptarse como uno de los conceptos claves de la gerencia. **Conceptos, proceso y características.**

La característica principal del Kaizen es trabajar continuamente por mejorar algo, de una manera sencilla pero gradual, de forma tal que a largo plazo los resultados serán no solo satisfactorios sino también dramáticamente positivos.

Sus principios son:

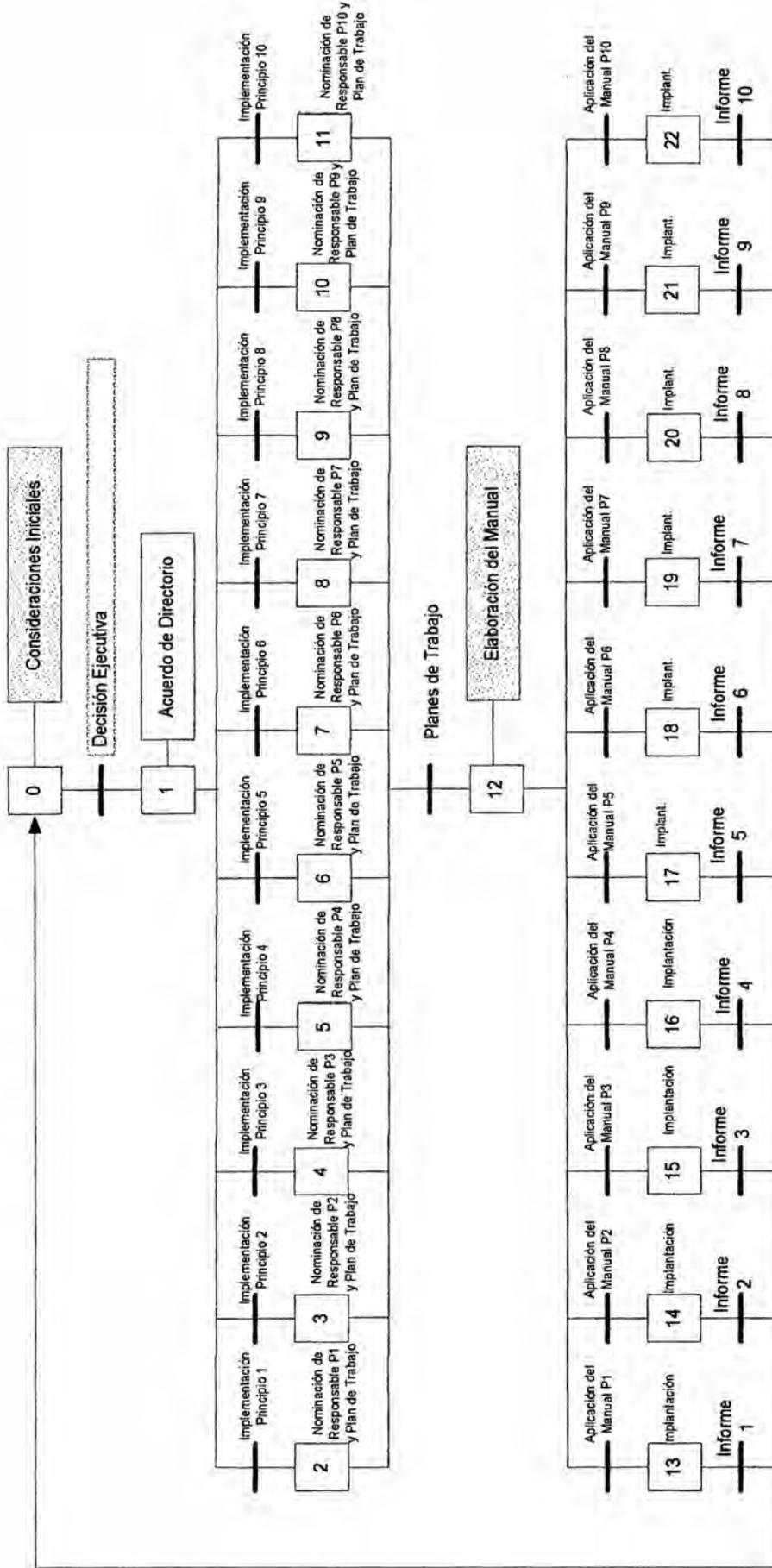
1. **Enfoque en el cliente.** Si un producto o servicio no da satisfacción al

---

<sup>13</sup> Adaptado de la forma virtual Encontrado en la siguiente Páginas Web:

- cliente se elimina.
2. **Realizar mejoras continuamente.** Después de crear un buen servicio toca mejorarlo, es más barato y más rentable mejorar un servicio que crear uno nuevo.
  3. **Reconocer abiertamente los problemas.** No hay culpables sino cosas a mejorar.
  4. **Promover la apertura.** Compartir, comunicar y la autoritas son lo importante. No cabe la territorialidad, barreras funcionales y autoridad.
  5. **Crear equipos de trabajo.** Esta organización promueve el sentimiento de pertenencia y la motivación del trabajador.
  6. **Manejar proyectos a través de equipos inter funcionales.**
  7. **Alentar los procesos apropiados de relaciones.** Muy importante entrenar en cuanto habilidades interpersonales, en especial en los gerentes y líderes, para que transmitan armonía.
  8. **Desarrollar la autodisciplina.** Permite adaptarse a las situaciones que se presentan y halle bienestar y comodidad mediante la afirmación de su fuerza interna.
  9. **Información constante a los empleados.**
  10. **Fomentar el desarrollo de los empleados.** El *empowerment* es la definición de este principio, pues el entrenar a los integrantes de una compañía para que adquieran habilidades.

Graf.19. LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL KAIZEN (Elaboración propia)



## EJEMPLO: RUEDA DE DEMING O CICLO PDCA: PLAN, DO, CHECK Y ACT.<sup>14</sup>

Deming critica severamente el estilo de administración en Estados Unidos y es un defensor de la participación del trabajador en el proceso de la toma de decisiones. Afirma que la dirección es responsable del 94 por ciento de los problemas de calidad, y señala que es una tarea de la misma ayudar al personal para que trabaje con más entusiasmo y no con más esfuerzo.

Deming insiste en que una de las primeras medidas de la administración es eliminar las barreras que impiden a los trabajadores desarrollar una tarea eficiente. Por ello, y tal como dice Deming, siempre que se realiza una actividad se tiene que programar, ejecutar y verificar.

El ciclo **PDCA**:

Planificar (*Plan*),

Hacer (*Do*),

Verificar (*Check*) y

Actuar (*Act*),



También conocido como **ciclo de Deming** en honor a su creador, Edwards

---

<sup>14</sup> Encontrado de forma virtual en la siguiente Páginas Web: <http://www.preving.com/index.php/actualidad/los-expertos-de-preving/item/320-prl-ohsas-18001-prevenci%C3%B3n-de-riesgos.html>

Deming, constituye la columna vertebral de todos los procesos de mejora continua:

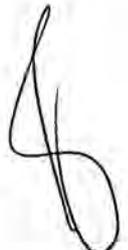
- Planificar (Plan), antes de emprender un proyecto, del tipo que sea, deberíamos “pensar” en cómo vamos a desarrollarlo.

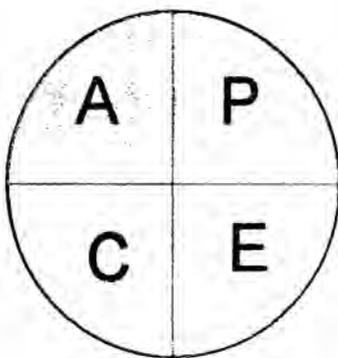
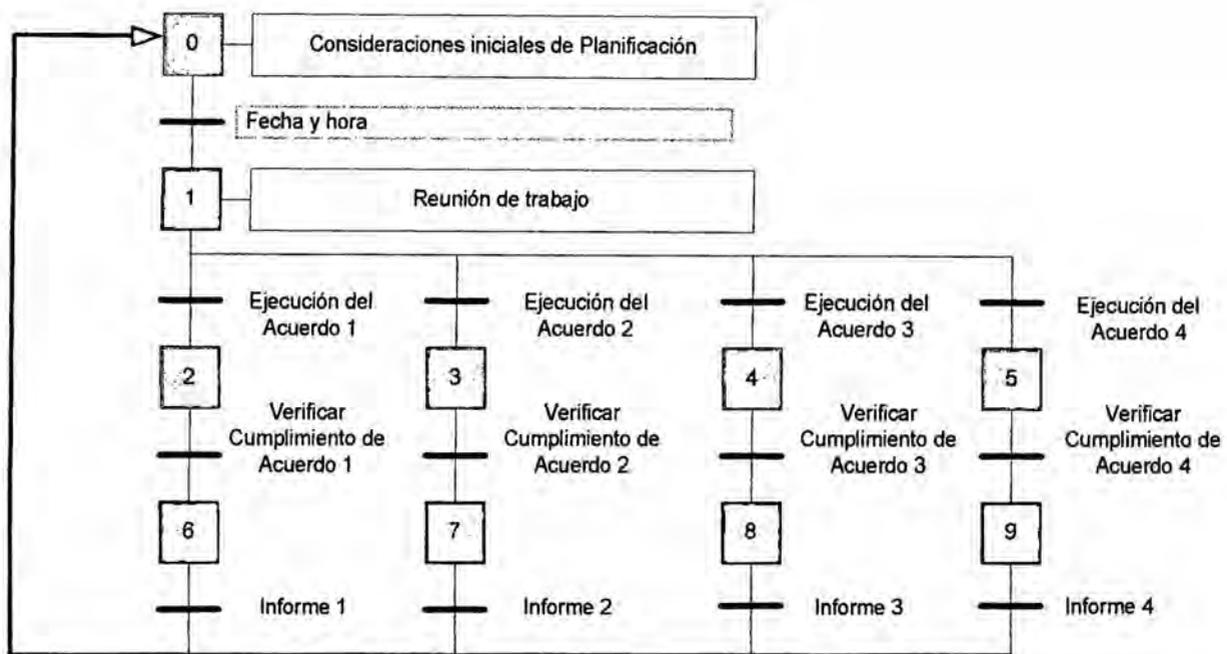
Para ello podemos utilizar las famosas “question words” (what, where, when, who).

- Hacer (Do), implementar y desarrollar el proyecto de acuerdo a lo planificado.

- Controlar (Check), verificar los resultados obtenidos analizando si las posibles desviaciones son debidas a una incorrecta implementación o a una inadecuada planificación.

- Actuar (Act), en función de los resultados obtenidos diseñar los correspondientes planes de mejora, que volverán a ser implementados dando de esta forma continuidad a la Rueda de Deming o Ciclo PDCA.





Graf.20 RUEDA DE DEMING (Elaboración propia)

## EJEMPLO: LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE GUNG HO<sup>15</sup>

A través de la inspiradora historia de dos líderes corporativos, los autores Blanchard y Bowles revelan el secreto de Gung Ho: una técnica revolucionaria para estimular el entusiasmo y el desempeño y lograr resultados increíbles en cualquier organización.

Los principios fundamentales de Gung Ho: **El espíritu de la ardilla, el estilo del castor y el don del ganso.** Con ellos conseguirá inyectar de energía y entusiasmo a todo su equipo, para así encaminarlo hacia el éxito.

### 1. **El espíritu de la ardilla: Trabajo que vale la pena**

Saber que estamos haciendo que el mundo sea un mejor lugar.

Todos trabajan hacia una meta compartida.

Los valores guían todos los planes decisiones y acciones.

### 2. **El método del castor: Mantener el control para alcanzar la meta**

Un terreno de juego que tienen marcado el territorio con claridad.

Los pensamientos, sentimientos, necesidades y sueños se respetan, se

---

<sup>15</sup> Adaptado de la forma virtual encontrado en la siguiente Páginas Web:  
<http://www.negociosyemprendimiento.org/2010/02/gung-ho-el-espíritu-de-la-ardilla-el.html>



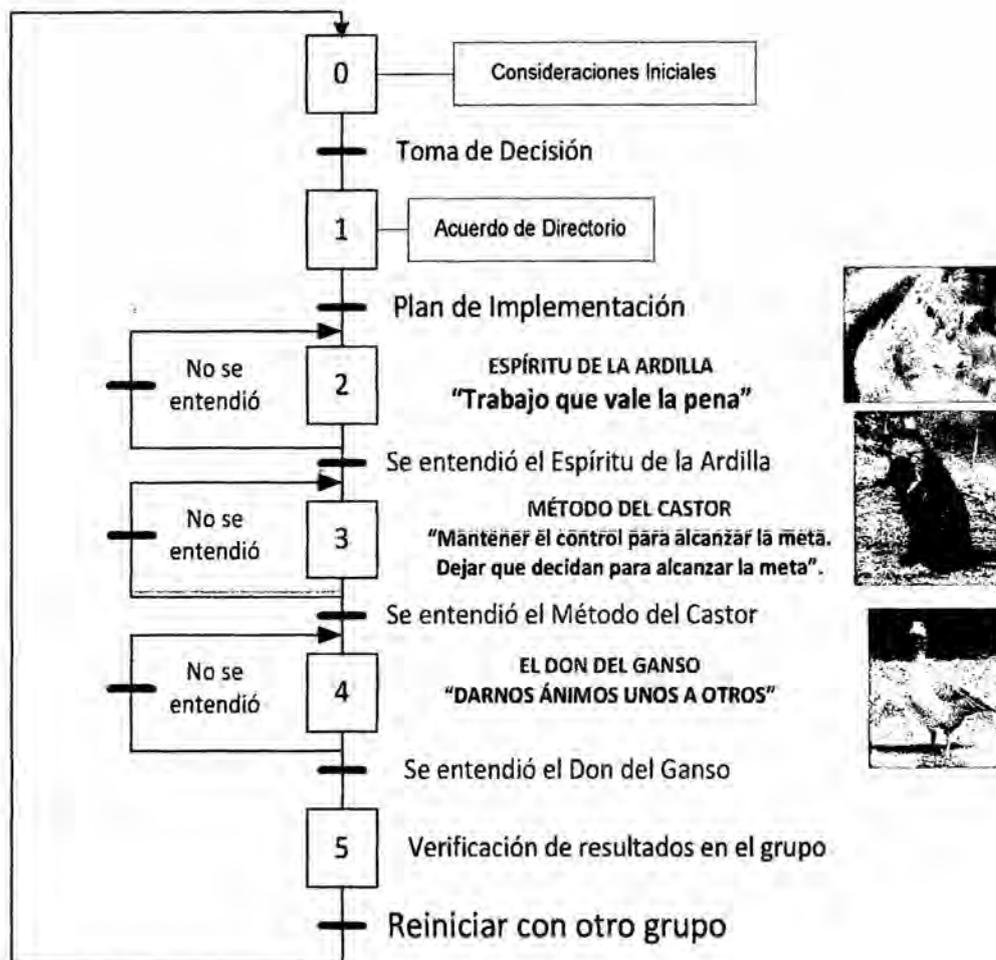
escuchan y se actúa al respecto. Capaces pero sometidos a un reto.

### 3. El Don de los gansos: Estimularse unos a otros

Las felicitaciones activas o pasivas deben ser ciertas.

Sin marcador no hay juego y estimular el progreso.

$E=MC^2$  - Entusiasmo es igual a la misión multiplicada por el dinero contante y sonante y las felicitaciones.



Graf.21 PRINCIPIOS DEL GUNG HO (Elaboración propia)

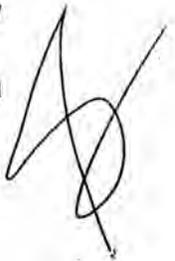
## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.0 METODOLOGÍA PARA LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Considerando que es una investigación de carácter correlacional seguimos los pasos establecidos para estos casos trataremos de responder las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es? > Correlato.
- ¿Cómo es? > Propiedades.
- ¿De qué está hecho? > Composición.
- ¿Cómo están sus partes, si las tiene, interrelacionadas? > Correlación.

Para ello se establecieron criterios, cuestionarios a estudiantes y herramientas similares. Del procesamiento de estos datos hallaremos la información que nos permita abstraer los resultados finales.



En tal sentido fue necesario establecer algunos criterios fundamentales dentro de la variable dependiente de modo que se puedan establecer como requisitos que necesariamente deben cumplirse para lograr la contrastación de la hipótesis.

En los criterios se involucraron a los estudiantes, docentes, GRAFCET, características de las asignaturas y resultados de su interacción, tal como se indica a continuación.

## **DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA ESTABLECER LA RELACIÓN DEL SFC O GRAFCET Y LAS COMPETENCIAS DE PLANIFICACIÓN.**

En el presente ítem estableceremos los criterios que se consideraron para establecer la relación del SFC y las competencias de planificación (Gestión empresarial).

### **CRITERIO 1:**

Los estudiantes de ingeniería tienen estructurado en su mente el fundamento de gestión por procesos.

### **CRITERIO 2:**

Los estudiantes de ingeniería tienen mayor aceptación cuando se habla en el lenguaje de procesos (entradas, proceso, salidas).

### **CRITERIO 3:**

Los estudiantes de ingeniería en la FIEE-UNAC cursaron las asignaturas de Control de proceso y electrónica industrial o Automatización y Control de Procesos habiendo tomado conocimiento del manejo del GRAFCET en la automatización industrial.

### **CRITERIO 4:**

Los docentes en su mayoría ingenieros, conocen los principios del GRAFCET de modo que puedan traducir los conceptos de Gestión



Empresarial mediante este instrumento.

**CRITERIO 5:**

En el proceso de automatización generalmente las actividades son secuenciales, es decir se realiza una actividad tras otra luego de cumplir con algunos requisitos.

**CRITERIO 6:**

Los procesos en la gestión empresarial tienen similitud en la secuencialidad de modo que una actividad se realiza una tras otra luego de cumplir algunos requisitos.

**CRITERIO 7:**

El uso del GRAFCET puede aplicarse tanto en los procesos de automatización como a los procesos de gestión empresarial, tal como se han visto en los casos en los casos de automatización y ejemplos de gestión. Esto es posible porque el GRAFCET tiene la característica secuencial mostrada en la figura 6 y replicada a continuación.



**CRITERIO 8:**

En los gráficos de la automatización se pueden detallar mediante el GRAFCET funcional, GRAFCET tecnológico, el establecimiento de las entradas y salidas y la generación de ecuaciones booleanas.

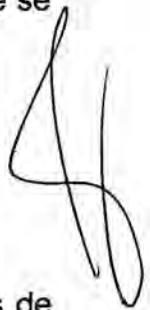
**CRITERIO 9:**

Los gráficos utilizados en los ejemplos de gestión empresarial se han colocado utilizando el GRAFCET funcional y no en el GRAFCET tecnológico por lo que sería dificultoso generar las ecuaciones booleanas pese a que se pueden establecer las entradas y salidas.

**CRITERIO 10:**

Es posible graficar utilizando el SFC o GRAFCET todas las actividades de cualquier índole siempre en cuanto tengan la secuencialidad en sus actividades.

Como puede apreciarse en el análisis de los criterios establecidos es posible realizar el proceso de enseñanza aprendizaje evaluación de las asignaturas de Gestión empresarial mediante el uso del GRAFCET o SFC, siendo más amigable y "entendible" para los estudiantes de ingeniería.



## **LEVANTAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN**

A continuación se explicaran los procedimientos seguidos para la colecta de datos y generación de la información de parte de la población estudiantil que ha cursado las asignaturas de Automatización y Control de procesos. Los estudiantes actualmente se encuentran cursando el décimo ciclo; así mismo se explicara la colecta de datos en sí, la generación de la información y los instrumentos utilizados para tal fin.

Como conclusión de esta generación de información se encontraron resultados que fueron analizados de modo que nos permita establecer el grado de conformidad y concordancia con las propuestas establecidas.

### **A- MÉTODO**

Para el presente estudio se consideró únicamente el método de levantamiento de información mediante una encuesta con los instrumentos respectivos para dicho fin. No se consideró la entrevista o el Focus Group por cuanto se requería hallar la percepción de conformidad o concordancia de una población definida.

### **B- POBLACIÓN**

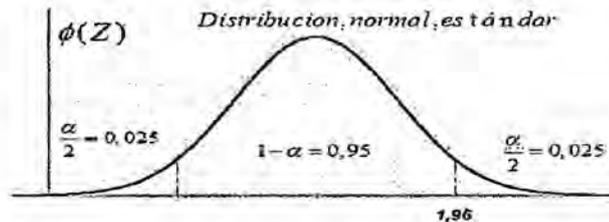
Se trabajó con una muestra de 79 alumnos que pertenecen al décimo ciclo de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao.



### C- MUESTRA

Si consideramos como error relativo del 5% y nivel de confianza:  
 $1 - \alpha = 95\%$

Aplicando la Tabla Normal Estándar, el valor de  $Z = 1,96$



Aplicamos la fórmula correspondiente (Cuando el N es finito)

Donde:

$n_0$ : Es la primera aproximación

N: Tamaño Poblacional

$S^2 = p \cdot q$  = Varianza muestral

e: Error relativo,  $e < 0 ; 5 \% >$

Z: es un valor calculado usando la tabla de distribución normal estándar según el nivel de confianza asignado; es decir  $Z_{1 - \frac{\alpha}{2}}$  donde  $1 - \alpha$  es el nivel

de confianza.

$1 - \alpha \in < 90 ; 99,99 \% >$

$$n_0 = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$n_0 = \frac{1,96^2 * 79 * 0,5 * 0,5}{0,07^2 (79) + 1,96^2 (0,5) * 0,5} = 56$$

**Regla para hallar la muestra óptima:**

$$\text{Si } \frac{n_0}{N} \leq 0,05 \Rightarrow n = n_0 \text{ de lo contrario si: } \frac{n_0}{N} > 0,05 \Rightarrow n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$n = \frac{56}{1 + \frac{56}{79}} = 33$$

Tenemos un valor que varía entre la muestra óptima (33) y la muestra según la formula (56), por lo que cogemos un valor entre ambos estimados, de una muestra total de 50 alumnos.

#### **D- CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Se han considerado a los estudiantes que han estado matriculados en el décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica, sin excluir a ningún estudiante de la muestra establecida (Alumnos que cursaron la asignatura Automatización Industrial y Control de procesos).

#### **E- COLECTA DE DATOS Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la colecta de datos se diseñó el instrumento con los ítems correspondientes en el cuestionario utilizando respuestas dicotómicas y respuestas abiertas, inclusive se trabajó con respuestas politómicas tipo Likert cuando se trataba de satisfacción y conformidad.

#### **F- ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO**

El instrumento elaborado para levantar datos mediante la encuesta se encuentra en el Apéndice 1

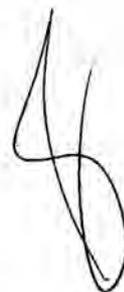
#### **G- VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Para obtener la confiabilidad de la encuesta se consultó a un profesor

universitario de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Magister en Educación Florencio Espinoza B., quien manifestó su conformidad sobre el instrumento de la encuesta.

#### **H- ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

No se ha utilizado el programa SPSS debido a que se consideró a la muestra muy pequeña, por lo que si se trabajó con el programa Excel, como se puede visualizar en el cuadro con la Hoja de Cotejo.

A handwritten signature in black ink, consisting of a vertical line on the left, a loop on the right, and a horizontal line at the bottom.

| ITEM        | TOTAL RESP. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>P.1</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 41          |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b           | 6           | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| c           | 3           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>P.2</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 25          | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 1 |   |
| b           | 25          |   | 1 | 1 |   |   |   |   | 1 |   | 1 |
| <b>P.3</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 47          | 1 | 1 |   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |
| b           | 3           |   |   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |
| <b>P.4</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 31          |   | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   | 1 | 1 |
| b           | 18          | 1 |   |   |   |   |   | 1 | 1 |   |   |
| <b>P.5</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 47          | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |
| b           | 3           |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |
| <b>P.6</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 26          | 1 |   | 1 |   |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b           | 21          |   | 1 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |
| <b>P.7</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 41          | 1 |   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b           | 4           |   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |   |
| <b>P.8</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| GE          | 1           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| S           | 13          |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |
| I           | 11          | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |   |
| NS          | 13          |   | 1 |   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |
| TJ          | 10          |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   | 1 |
| <b>P.9</b>  |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| GE          | 7           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 |
| S           | 23          | 1 |   | 1 |   | 1 |   |   | 1 | 1 |   |
| I           | 13          |   |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   |   |
| NS          | 1           |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| TJ          | 1           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>P.10</b> |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a           | 42          | 1 | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b           | 7           |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |



Fig. 6 Parte del cuadro de la hoja de cotejo de resultados

## VI. RESULTADOS

### 4.0 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN

#### PRIMERO.- DESDE LOS CRITERIOS DEFINIDOS PARA CONTRASTAR LA HIPÓTESIS

Analizando las características y principios del GRAFCET y considerando los casos y ejemplos presentados tanto para automatización Industrial como para gestión empresarial se lograron establecer diez criterios que son condición fundamental para el logro de nuestros objetivos. Estos criterios involucran a los docentes que puedan traducir la temática de sus asignaturas de Gestión Empresarial mediante el GRFCET o SFC tal como se evidenciaron en los ejemplos ya mencionados.

Indudablemente, se puede establecer que el criterio diez resume lo expuesto en los nueve criterios anteriores.

#### **CRITERIO 10:**

***Es posible graficar utilizando el SFC o GRAFCET todas las actividades de cualquier índole siempre en cuanto tengan la secuencialidad en sus actividades.***

Finalmente, se puede manifestar que el resultado en esta primera parte es coherente con la propuesta del trabajo de investigación.

## SEGUNDO.- DESDE EL ANÁLISIS DE LA COLECTA DE DATOS

Para hallar los resultados de la percepción de los estudiantes se analizaron los resultados de la encuesta los mismos que han sido colocados en esta sección con sus respectivos análisis descriptivos y la conclusión correspondiente.

1. ¿Cuál fue su modalidad de ingreso a la UNAC?



El 82% (41 estudiantes) de los alumnos de un total de 50 encuestados mencionaron haber ingresado a la UNAC mediante la modalidad de examen general.

El 12% (6 estudiantes) de los alumnos de un total de 50 encuestados mencionaron haber ingresado a la UNAC mediante la modalidad del Centro Pre-Universitario.

El 6% (3 estudiantes) de los alumnos de un total de 50 encuestados mencionaron haber ingresado a la UNAC mediante otras modalidades a las no mencionadas anteriormente.

*Para el análisis correcto debe también considerarse lo contestado en la siguiente pregunta dos.*

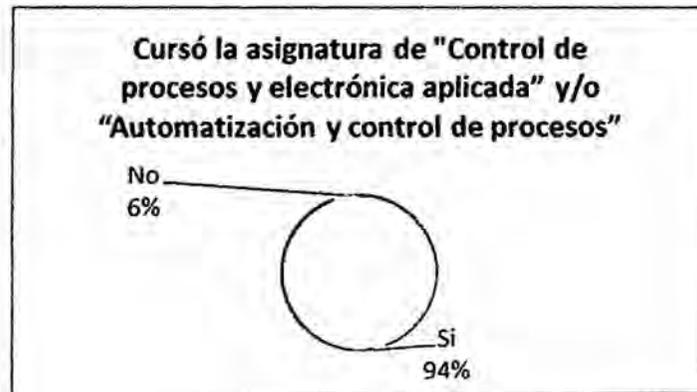
2. ¿La carrera que está estudiando fue su primera o segunda opción de ingreso?



Hay un empate entre los alumnos que escogieron como primera opción la carrera de ingeniería eléctrica y los que la escogieron como segunda opción.

*Analizando las preguntas 1 y 2 se puede concluir que la mayoría de los estudiantes encuestados ingresaron por la modalidad de examen escrito y a la primera opción de los cual se colige que tienen vocación para los estudios de ingeniería electica, esto permite estructurar su mente a manejo de procesos.*

3. ¿Ha cursado la asignatura de "Control de procesos y electrónica aplicada" y/o "Automatización y control de procesos industriales"?



El 94% (47 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan haber cursado la asignatura de "Control de procesos y electrónica aplicada" y/o "Automatización y control de procesos".

El 6% (3 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan no haber cursado la asignatura de "Control de procesos y electrónica aplicada" y/o "Automatización y control de procesos".

*Para el análisis correcto debe también considerarse lo contestado en la siguiente pregunta cuatro.*

4. ¿Conoce el SFC o también llamado GRAFCET?



El 63% (31 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan que si conocen el SFC o también llamado GRAFCET.

El 37% (18 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan que no conocen el SFC o también llamado GRAFCET.

*Más del 90% de los estudiantes encuestados llevaron el curso de Automatización sin embargo desciende a 63% aquellos alumnos que conocen el GRAFCET o SFC, esto nos lleva a la conclusión de que no se cumplieron con los silabo, pese a ello esta mayoría permite establecer que se tiene conocimiento del curso.*

5. ¿Ha cursado la asignatura de "Gestión Empresarial"?



A handwritten signature or mark, possibly a stylized letter 'S' or a similar symbol, located to the right of the pie chart.

El 94% (47 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan haber cursado el curso de "Gestión Empresarial".

El 6% (3 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan no haber cursado el curso de "Gestión Empresarial".

*Para el análisis correcto debe también considerarse lo contestado en la siguiente pregunta seis.*

6. ¿Conoce las competencias de planificación o del responsable del

planeamiento?



El 57% (28 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiesta conocer las competencias de planificación.

El 43% (21 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiesta no conocer las competencias de planificación.

*Más del 90% de los estudiantes encuestados llevaron el curso de Gestión sin embargo desciende a 57% aquellos alumnos que conocen las competencias de planificación, esto nos lleva a la conclusión de que no se cumplieron con los silabo, pese a ello esta mayoría permite establecer que se tiene conocimiento del curso.*

7 ¿Conoce las competencias del Ingeniero Electricista?



El 88% (44 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan conocer las competencias del Ingeniero Electricista.

El 12% (6 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan no conocer las competencias del Ingeniero Electricista.

Competencia más sugerida: *APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PARA MÁXIMIZAR EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.*

*Los estudiantes encuestados conocen el perfil del ingeniero electricista y sugieren que se enriquezca dicho perfil considerando el tema APLICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PARA MÁXIMIZAR EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.*

8. ¿Estas satisfecho con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial" en la FIEE UNAC?



El 30% (15 estudiantes) de los alumnos manifiestan estar no satisfechos con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial"

El 26% (13 estudiantes) de los alumnos manifiestan estar satisfechos con el

método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial"

El 22% (11 estudiantes) de los alumnos manifiestan se indiferentes con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial"

El 20% (10 estudiantes) de los alumnos manifiestan estar totalmente insatisfechos con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial"

Solo el 2% (1 estudiante) de los alumnos manifiestan estar totalmente satisfecho con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial".

*Se concluye que entre los encuestados no satisfechos y totalmente no satisfechos con método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial" en la FIEE UNAC suman un porcentaje un porcentaje mayoritario de que debe mejorarse la enseñanza de estos cursos corroborando la premisa de este trabajo de investigación.*

9. ¿Le gustaría que algunos tópicos del curso de "Gestión Empresarial" fueran dictados siguiendo la metodología del SFC llamado también GRAFCET?



El 51% (25 estudiantes) de los alumnos manifiestan estar de acuerdo con que algunos de los tópicos de "Gestión Empresarial" sean distados siguiendo la metodología de SFC llamado también GRAFCET.

El 31% (15 estudiantes) de los alumnos manifiestan ser indiferentes con que algunos de los tópicos de "Gestión Empresarial" sean distados siguiendo la metodología de SFC llamado también GRAFCET.

El 14% (7 estudiantes) de los alumnos manifiestan estar totalmente de acuerdo con que algunos de los tópicos de "Gestión Empresarial" sean distados siguiendo la metodología de SFC llamado también GRAFCET.

El 2% (1 estudiante) de los alumnos manifiestan estar en desacuerdo con que algunos de los tópicos de "Gestión Empresarial" sean distados siguiendo la metodología de SFC llamado también GRAFCET.

El 2% (1 estudiante) de los alumnos manifiestan estar totalmente en desacuerdo con que algunos de los tópicos de "Gestión Empresarial" sean distados siguiendo la metodología de SFC llamado también GRAFCET.

*Más de la mitad de los encuestados están deseosos que el curso de "Gestión Empresarial" sea replanteado usando en algunos tópicos el GRAFCET como elemento que permita el aprendizaje de la materia.*

10. ¿Estaría interesado en participar en un curso piloto sobre enseñanza de la planificación utilizando SFC llamado también GRAFCET?



El 84% (42 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan que si participarían en un curso piloto sobre la enseñanza de la planificación utilizando el SFC o llamado GRAFCET.

El 16% (8 estudiantes) de los alumnos encuestados manifiestan que no participarían en un curso piloto sobre la enseñanza de la planificación utilizando el SFC o llamado GRAFCET.

*Se concluye que la gran mayoría está deseosa de participar de participar en un curso piloto sobre enseñanza de la planificación utilizando SFC llamado también GRAFCET.*

11. ¿Cómo define usted la planificación?

Se pudo abstraer la siguiente definición: ORGANIZACIÓN DE TODO UN PROCESO DE EVENTOS O PASOS LÓGICOS A SEGUIR DE FORMA SISTEMÁTICA Y DEBIDAMENTE ORDENADOS PARA LOGRAR UNA DETERMINADA TAREA, CUMPLIENDO CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

*De lo hallado se puede abstraer que los estudiantes de ingeniería tienen un pensamiento claramente estructurado por el carácter sistémico, el orden, la secuencia, el culminar una tarea para emprender otra, por ello define un*

*concepto empresarial utilizando terminología de procesos. Esto corrobora la premisa de que su formación se basa en la gestión de procesos.*

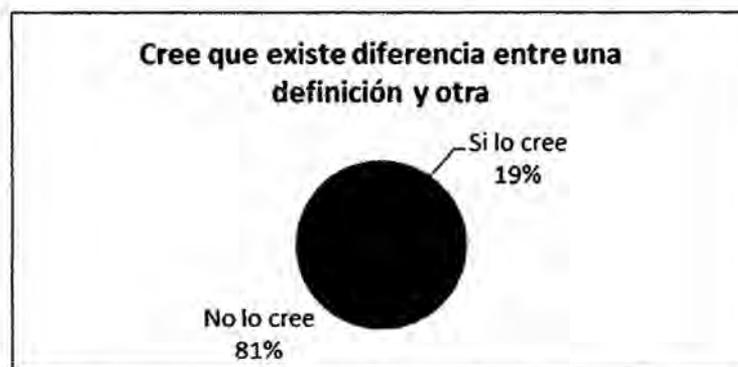
12. ¿Cuáles son las palabras descriptoras o guías de la definición que ha mencionado? Se pudo abstraer las siguientes palabras descriptoras:  
**ORDEN, SECUENCIALIDAD, SISTEMATIZACIÓN, ORGANIZACIÓN**

*Con estas respuestas halladas se ratifican plenamente lo manifestado anteriormente en el que el estudiante de ingeniería tiene su formación en gestión por procesos.*

13. ¿Puede usted redefinir su definición de la planificación utilizando solo los descriptores mencionados y con un mínimo de palabras? Se pudo abstraer la siguiente re definición: ACCIÓN ORDENADA A TRAVEZ DEL TIEMPO PARA OBTENER UN PROYECTO SATISFACTORIO Y ORGANIZADO.

*Con estas respuestas halladas se ratifican nuevamente lo manifestado anteriormente en el que el estudiante de ingeniería tiene su formación en gestión por procesos.*

14. ¿Cree usted que existe una diferencia entre una definición y otra?

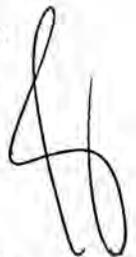


La diferencia marcada: La últimas es más concisa.

*Corrobora aún más el carácter sistémico y gestión por procesos del pensamiento del estudiante de ingeniería.*

15. ¿Cómo sugiere usted que se enseñe la asignatura de "Administración de Empresas" en la FIEE UNAC?

De las sugerencias emitidas por los encuestados se pudo abstraer la siguiente sugerencia: PRIMERO, QUE EL ENCARGADO QUE DICTE EL CURSO SEA UN DOCENTE CON EXPERIENCIA EN EL CAMPO, Y SEGUNDO, QUE DICTE EL CURSO CON METODOLOGÍAS INNOVADORAS, APLICABLES A LA REALIDAD Y ACTUALES.



*La segunda parte de la sugerencia hallada corrobora la preocupación de poder entender la gestión empresarial con metodología innovativas, una de ellas es justamente la propuesta en el presente trabajo de investigación.*

Finalmente, pese a que en el capítulo de la discusión se presentarán las conclusiones finales se presenta como resultado la coherencia de la propuesta al establecer relación de la característica del estudiante de ingeniería es sistematizar todo, pues mediante el GRAFCET se puede lograr mejorar sus competencias en la planificación.

## VII. DISCUSIÓN

### 5.0 ABSTRACCIÓN DE CONCLUSIONES, PLANTEAMIENTO DE RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS DE CONTINUIDAD

#### CONCLUSIONES

1. Definiendo los criterios que deben cumplir los gráficos o instrumentos GRAFCET y con el análisis de la percepción de los estudiantes se logra establecer una relación entre SFC o GRAFCET y las competencias del planificador (Gestión empresarial).
2. Se logró sistematizar el GRAFCET SFC en el diagrama funcional de modo que se pueda aplicar a casos contemplados en la materia de Gestión empresarial colocando diversos ejemplos que refuerzan esta posibilidad.
3. Se obtuvo las respuestas de los estudiantes de ingeniería con respecto de las materias de Gestión empresarial en el que definen a la planificación como un proceso y de carácter sistémico.
4. Se demostró que es posible traducir los conceptos de Gestión empresarial mediante el Diagrama de GRAFCET tecnológico.
5. Los estudiantes de ingeniería que ingresaron a la Universidad Nacional del Callao por vocación han demostrado que tienen un pensamiento

estructurado, es decir su quehacer estudiantil va por gestión por procesos.

6. Por las respuestas de la encuesta realizada, se obtuvo que existe un no cumplimiento de parte del silabo, tanto en las materias de Control de procesos ingeniería como en la de Gestión empresarial.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar un estudio académico curricular para posibilitar la enseñanza-aprendizaje-evaluación utilizando herramientas innovadoras o adecuadas a los requisitos de los estudiantes y posibilidades de los docentes.
2. Debido a que en las encuestas se hallaron un alto porcentaje de estudiantes que habiendo cursado la materia no conocen un tema específico debe establecerse un mecanismo de seguimiento del avance silábico en toda la carrera.



## **PERSPECTIVAS Y CONTINUIDAD DEL TRABAJO**

Este trabajo de investigación puede tener continuidad en el análisis de otros indicadores o variables que incidan en el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje del ingeniero para mejorar sus competencias en planificación o gestión empresarial.

## VIII. REFERENCIALES

- ABET USA. (s.f.). *Accreditation Board for Engineering and Technology*. Obtenido de <http://www.abet.org/>
- Ana Molina (2000). La competencia profesional en el ingeniero del nuevo milenio. Revista de la facultad de ingeniería de la universidad de Tarapacá, Chile. 2000
- Argudin Vasquez, Y. (2001). Educación basada en competencias. REVISTA DE EDUCACIÓN / NUEVA ÉPOCA NÚM. 16/ ENERO - MARZO 2001, Enero-Marzo (16), 15.
- Caballero Romero, A. (2008). *Innovaciones en las guías metodológicas para los planes de tesis de maestría y doctorado*. Lima Perú: Imagen Ediciones EIRL.
- CACEI México. (s.f.). *Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería*. Obtenido de <http://www.cacei.org/>
- CONEAU Argentina. (s.f.). *Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria*. Obtenido de <http://www.coneau.edu.ar/>
- CONEAU Perú. (2008). *Modelo de Calidad para la Acreditación de Carreras Profesionales Universitarias*. Lima: DEA.
- CONEAU. (2010). Estándares de calidad para la formación en las carreras profesionales de ingeniería. Lima.
- García, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. Mexico DF.: Alfaomega.
- GRUPO KAIZEN. (09 de 2005). DESARROLLO DE COMPETENCIAS. Recuperado el Agosto de 2012, de <http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/33.htm>
- Gutiérrez Tocas, V. (2002). *El GRAFCET como módulo de descripción funcional de sistemas secuenciales y concurrentes. Informe final de investigación*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Gutiérrez Tocas, V. (2004). Trabajo de investigación "CASUÍSTICA EN PROGRAMACIÓN DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES (PLCs)". Callao: s/e.

# APÉNDICES



Gutiérrez Tocas, V. (2011). Notas de aula del curso "Automatización y control de procesos industriales". Callao: s/e.

Gutierrez Tocas, V. L. (2005). Notas de aula del curso "Control de procesos y electrónica aplicada". Callao: s/e.

Proyecto Alfa Tuning América Latina. (2011). Tuning America Latina. Recuperado el 18.8. 2012, de <http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=content&task=view&id=217&Itemid=246>

RIEV UDUAL. (2011). COMPETENCIAS GENÉRICAS DEL EGRESADO UNIVERSITARIO. Analizadas y propuestas en el IV Taller del Diplomado Latinoamericano de Evaluación Universitaria realizado en Chiapas del 21 al 24 de noviembre.

Romero, C. (2006). *Aprendizajes del proceso de acreditación del MERCOSUR*. Montevideo: Consejo de Rectores del Uruguay.



## IX. APÉNDICE

# Apéndice 1 LA ENCUESTA



*"Año de Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"*

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

*"FORTALECER COMPETENCIAS DE PLANIFICACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (SFC)"*

### **INVESTIGADOR RESPONSABLE (AUTOR).**

*M.Sc. VÍCTOR LEÓN GUTIÉRREZ TOCAS, ING. ELECTRICISTA CIP 22626*

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para evaluar su opinión con respecto al Gráfico Secuencial de Funciones (SFC) o también llamado GRAFCET. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas con la mayor sinceridad, marcando con una X en el cuadro que mejor se adecue a su opinión. "MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN":

1. ¿Cuál fue su modalidad de ingreso a la UNAC?  
 Examen general  
 Centro Pre-Universitario  
 Otras modalidades: \_\_\_\_\_
2. ¿La carrera que está estudiando fue su primera o segunda opción de ingreso?  
 Primera opción  
 Segunda opción
3. ¿Ha cursado la asignatura de "Control de procesos y electrónica aplicada" y/o "Automatización y control de procesos industriales"?  
 Si  
 No
4. ¿Conoce el SFC o también llamado GRAFCET?  
 Si  
 No
5. ¿Ha cursado la asignatura de "Gestión Empresarial"?

- Si
- No

6. ¿Conoce las competencias de planificación o del responsable del planeamiento?

- Si
- No

7. ¿Conoce las competencias del Ingeniero Electricista?

- Si
- No

Coloque alguna competencia que a su criterio sea la más importante:

\_\_\_\_\_

8. ¿Estas satisfecho con el método de la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial" en la FIEE UNAC?

- Totalmente satisfecho
- Satisfecho
- Indiferente
- No satisfecho
- Totalmente insatisfecho

9. ¿Le gustaría que algunos tópicos del curso de "Gestión Empresarial" fueran dictados siguiendo la metodología del SFC llamado también GRAFCET?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo



10. ¿Estaría interesado en participar en un curso piloto sobre enseñanza de la planificación utilizando SFC llamado también GRAFCET?

- Si
- No

11. ¿Cómo define usted la planificación?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. ¿Cuáles son las palabras descriptoras o guías de la definición que ha mencionado?

\_\_\_\_\_

13. ¿Puede usted redefinir su definición de la planificación utilizando solo los descriptores mencionados y con un mínimo de palabras?

---

14. ¿Cree usted que existe una diferencia entre una definición y otra?

Si lo cree

Indique cual es la principal diferencia:

No lo cree

15. ¿Cómo sugiere usted que se enseñe la asignatura de "Gestión Empresarial" en la FIEE-UNAC?

**3.- FICHA TÉCNICA (para uso del Investigador):**

- Objetivo: Determinar el conocimiento sobre el Gráfico Secuencial de Funciones (SFC) y su relación con la enseñanza del curso de "Gestión Empresarial".
- Finalidad: Percibir actitudes de consentimiento o de resistencia a la aplicación de un nuevo proceso de enseñanza.
- Público Objetivo: Estudiantes de 9º y 10º ciclo de la FIEE-UNAC.
- Realizado por: VGT/YTP.

*Fuente: elaboración propia*

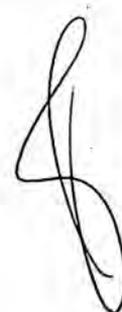


# Apéndice 2 HOJA DE COTEJO

|                 |  |  |        |
|-----------------|--|--|--------|
|                 | 175-89   |  | N.º 20 |
| 1               | <b>CONCEPTOS</b>   |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 2               | <b>OPORTUNIDAD</b>   |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 3               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 4               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 5               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 6               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 7               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 8               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 9               | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 10              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 11              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 12              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 13              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 14              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 15              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 16              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 17              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 18              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |
| 19              | Indice de presencia (verificación) y de biomasa (verificación) |  |        |
| Concepto        | 1  |  |        |
| Clase de planta | 2  |  |        |
| Clase de suelo  | 3  |  |        |

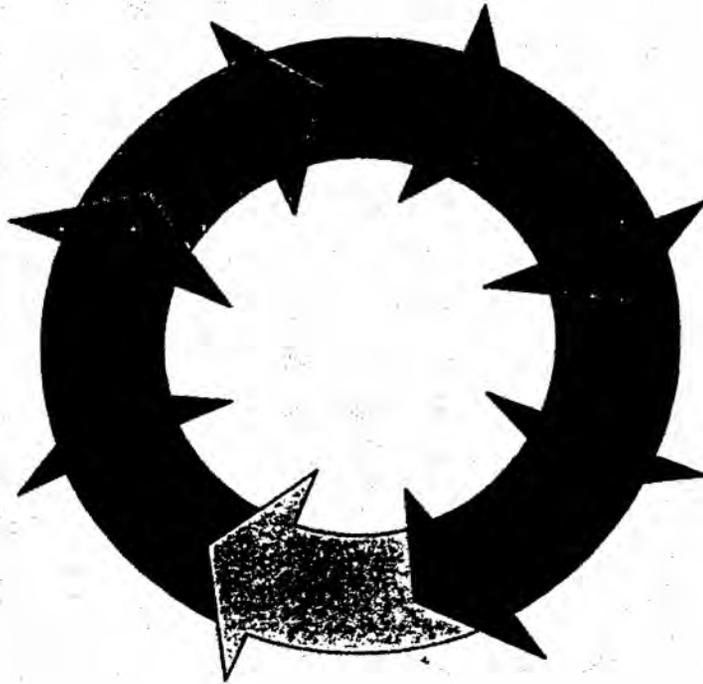
Fuente : Clasificación Populal

# ANEXOS



# ***GRAF CET***

## ***DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE AUTOMATISMOS***



*[Handwritten signature]*

## ¿Que es el grafcet?

Es un sistema gráfico(secuencial), de representación de mandatos que provocan la sucesivas transiciones entre etapas.

### 1.- Características.

- Tiene unas reglas de edición sencillas.
- Muy adecuado para plantear estructuras secuenciales.
- Da una disciplina de programación.
- Hay paquetes de programación que permiten programar el PLC directamente en GRAFCET.
- El GRAFCET complementa los principios del álgebra de Boole con una detallada descripción gráfica de un proceso.
- Para los sistemas puramente combinatoriales es poco practico.

### 2.- Conceptos.

#### 2.1.- Estados.

- *Estado de un elemento:* Posibles valores que puede tomar un elemento.

Ejemplo:

- estado apagado de una lampara.
- estado encendido de una lampara.
- interruptor abierto.
- interruptor cerrado.

⊗ Observación : Los elementos tienen dos estados complementarios(0 ó 1).

- *Estado de un sistema:* Es una combinación de los posibles estados de los elementos que componen el sistema.

#### Sistema combinatorial y sistema secuencial.

- a) *Un Sistema es combinatorial:* cuando para cada una de las combinaciones de los estados de los elementos de entrada del sistema existe una, y solo una combinación de los estados de los elementos de salida. Es decir con la combinación de los estados de entrada se puede deducir cual es la combinación de los elementos de salida.
- b) *Un Sistema es Secuencial:* Cuando para alguna combinación de los elementos de entrada puede dar lugar a más de una combinación de los elementos de salida.

#### 2.2.- Etapas.

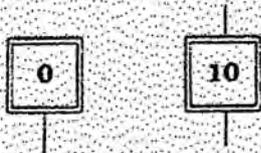
En los sistemas secuenciales, para evitar que con una combinación de los estados de entrada de lugar a más de una combinación de los estados de salida, se utilizan unos elementos adicionales de memoria(relés auxiliares, basculas, biestables, registros...), que dan lugar a que

se le asocia a la combinación de los estados de los elementos de entrada una combinación de los estados de los elementos de salida.

En un GRAFCET todos los estados estables del sistema tienen asociado un elemento de memoria llamado ETAPA.

### 3.3.- Elementos de un GRAFCET.

#### Etapa Inicial.



En un GRAFCET se representan por un doble cuadrado la etapa inicial. Son aquellas que se activan cuando se conecta el sistema. Un sistema puede tener más de una etapa inicial si se trabaja con diagramas simultáneos.

Cuando se activa una etapa inicial todas las demás quedan desactivadas.

Las etapas están numeradas de una forma ordenada, secuencialmente, siendo la etapa "0" la primera y hasta "n" la última, coincidiendo con los estados del automatismo.

#### Etapas normales.

Normalmente a cada etapa que realiza una acción que modifica el estado de algún elemento de salida del sistema se le asocia un rectángulo a la derecha de la etapa para representar el estado de dicha etapa.

#### a) Sin acción asociada.

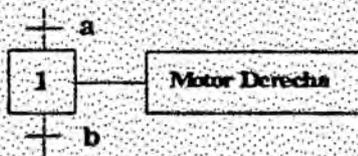


Se puede utilizar como etapa de espera al cumplimiento de una condición.

#### b) Con acción asociada.

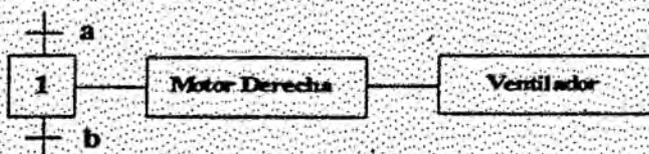
##### • Simple.

Con la acción indicamos lo que ha de pasar en el automatismo en el momento que esta activa la etapa.



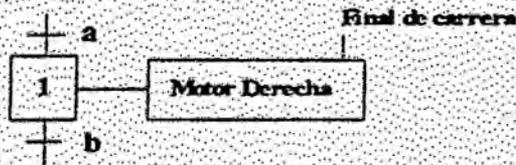
##### • Múltiple.

Una etapa puede tener más de una acción asociada.

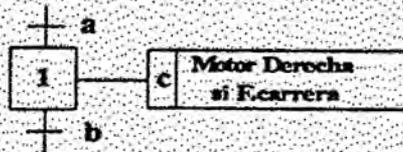


- **Condicionada.**

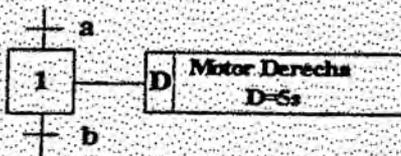
Una o varias de las acciones pueden estar condicionadas por una función booleana que determinara la realización o no de la acción. En el rectángulo de la acción se habilitará una entrada para las condicionantes.



a) Condicionada por una acción o combinación de condiciones.



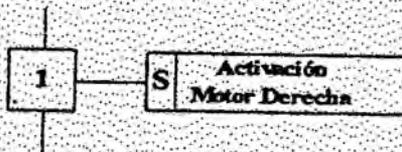
b) Condicionada en el tiempo.



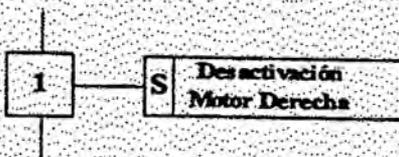
- **Memorizada.**

Hay dos tipos de representación para una acción memorizada:

a) Memorizar la activación o inicio de una acción.



b) Memorizar la desactivación o indicar el final de una acción.



**Transiciones.**

+ a Condiciones para la transición.

Son condiciones lógicas de la evolución del sistema.

Una transición señala el traspaso de una etapa a otra. Es una barrera que separa dos etapas y a la cual solo se puede llegar si la etapa de procedencia está activa.

*Es una expresión lógica o booleana.*

Cada variable de esta expresión corresponde a un elemento detector o a una variable booleana interna del sistema.

Cuando la combinación de los estados de los elementos detectores o de control del sistema provocan el estado verdad o 1 de la expresión, llegan a esta barrera entre etapas es traspasada.

**a) Transiciones booleanas.**

Una transición puede tener una condición simple:

- Pulsar un pulsador.
- Activación de un temporizador.
- Activación de una etapa.
- Etc.....

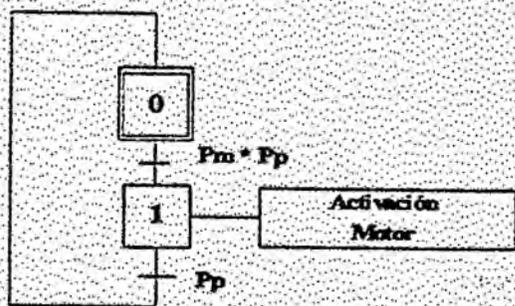
O bien, una función o expresión booleana de varias condiciones:

- $Pm + Fo$
- $Fc1 * Pp$
- $C * (A1 + B1)$
- Etc.....

**b) Para activación de etapas.**

Para resolver un problema de automatización puede que sea necesario la utilización de varios diagramas GRAFCET.

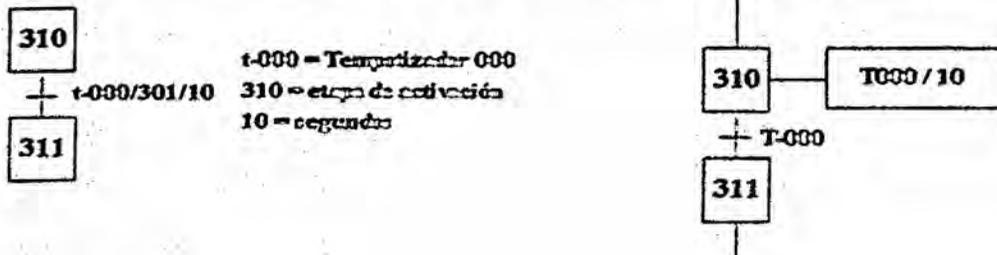
Podemos hacer que la barrera de transición de un GRAFCET actúe como activación de la etapa del otro GRAFCET.



### c) Con temporizadores.

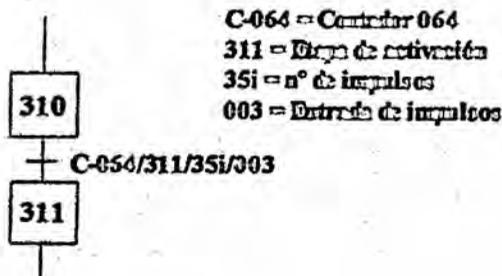
Si el traspaso de una etapa a otra, sucede transcurrido un tiempo de estar activada la primera, utilizaremos un temporizador en la transición. El temporizador se activará con la etapa de entrada y pasado un tiempo activará la etapa de salida, desactivando la entrada.

También se puede representar la activación de un temporizador desde una acción asociada.



### d) Con contadores.

Un contador es colocado en la transición de una etapa a la otra. Lo activará la etapa de entrada y después de recibir señal de la entrada de impulsos, activará la etapa de salida y desactivará la de entrada.



### e) Con Flancos.

- De subida. La transición se efectúa cuando el estado cambia de 0 a 1.
- De bajada. La transición se efectúa cuando el estado cambia de 1 a 0.

## 3.- Tipo de GRAFCETS.

### 3.1.- GRAFCET nivel 1.

En el GRAFCET de nivel 1 permanecen las especificaciones funcionales del automatismo, independientemente de la tecnología que se empleara en la práctica.

En este tipo de GRAFCET no es necesario detallar todas las aclaraciones de las distintas etapas.

### 3.2.- GRAFCET nivel 2.

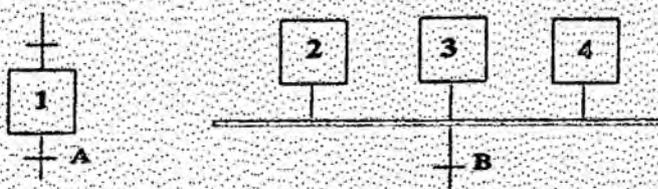
En este tipo indicaremos todas las especificaciones de los órganos operativos. Detallaremos los elementos tecnológicos que intervienen, número de las entradas y salidas relacionadas con cada elemento, así como, todas las aclaraciones necesarias de cada etapa.

## 4.- DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL GRAFCET.

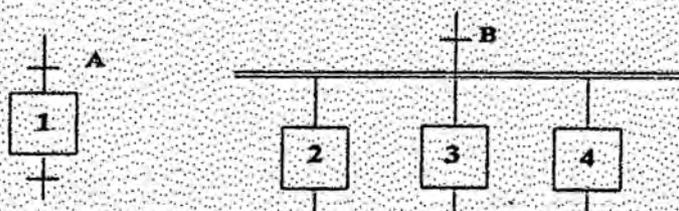
### 4.1. Terminación del Diagrama GRAFCET.

El diagrama se dibuja como una sucesión alternada de etapas y transiciones. No por dos etapas seguidas o dos transiciones seguidas.

Son etapas de entrada a una transición todas aquellas etapas que desemboquen en dicha transición.



Son etapas de salida de una transición, todas aquellas que salen de dicha transición, pudiendo haber más de una.

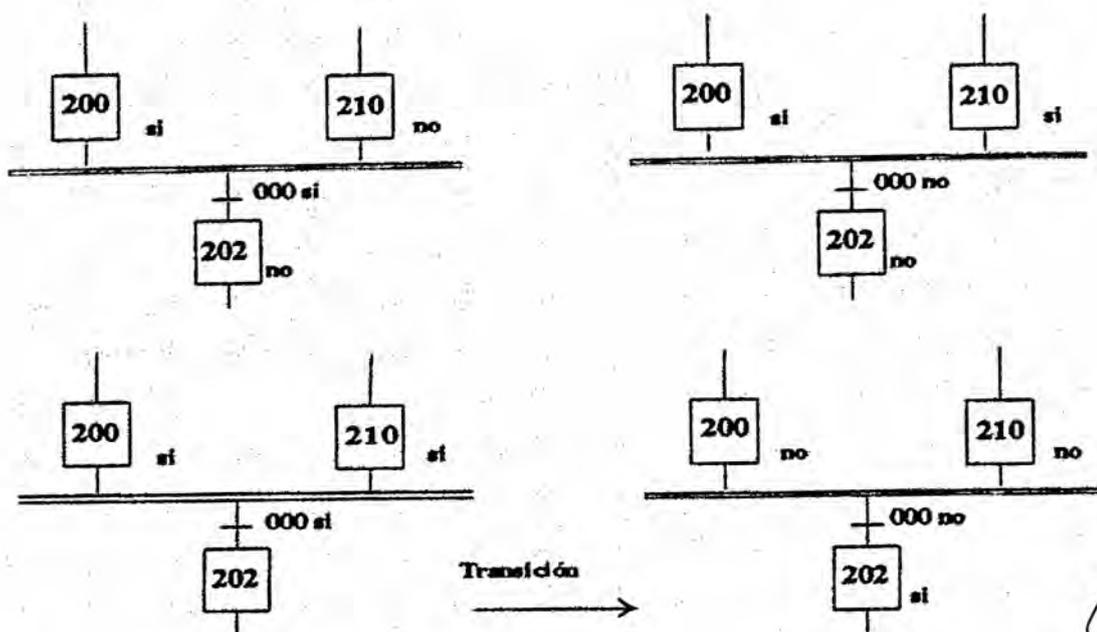


### 4.2.- Evolución de un sistema.

Para que se verifique una transición, tienen:

- Todas las etapas de entrada a la transición tienen que estar activas.
- Que se verifique la condición o condiciones de traspaso.

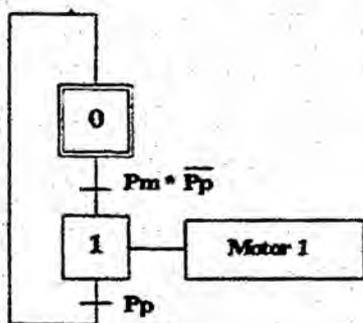
Cuando estas condiciones se cumplen se realiza la transición activando todas la etapas de salida y desactivando todas las etapas de entrada.



- 1) la etapa 200 está activa pero la 210 no, el sistema no puede evolucionar, hasta que la condición se verifique.
- 2) Las dos etapas de entrada están activadas, podrá evolucionar si se verifica la transición 000.
- 3) El sistema evolucionará.
- 4) Queda activada la etapa 202 y se desactivan las etapas de entrada 200 y 210.

☺ Ejemplo:

Tenemos un motor M1 inicialmente parado, para ponerlo en marchas pulsamos Pm y para pararlo pulsador de paro Pp. Si pulsamos los dos pulsadores al mismo tiempo el motor parará.



Al conectar el sistema se activa el estado inicial 1, al que no tiene asociada ninguna salida, por lo tanto el motor permanecerá parado.

Si estamos en la etapa 1 y son ciertas las condiciones de transición: pulsar Pm y no pulsar Pp, pasaremos a la etapa 2 que tiene asociada la activación del motor.

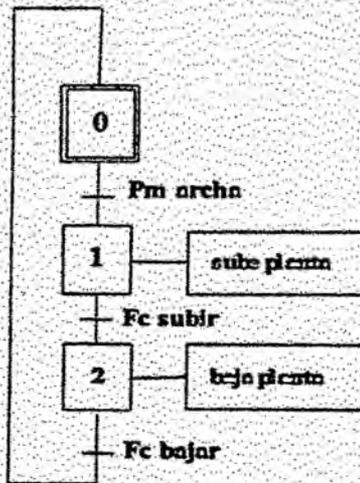
Al pasar a la etapa 2 diremos que esta en 1.

Si estamos en la etapa 2 y pulsamos Pp, validaremos la transición a la etapa 1 y desactivaremos la etapa 2 y el motor se parará.

### 5.- EXTRUCTURAS BÁSICAS.

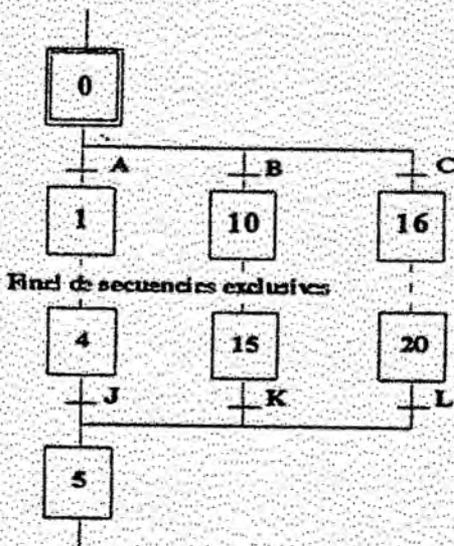
#### 5.1.- Secuencia Básica.

Diremos que es una secuencia única cuando el diagrama tiene una sola rama, el conjunto de las etapas se activará una tras la otra, después de verificarse la transición que las separa.



#### 5.2.- Bifurcación en "O". Selección de secuencias.

Inici o de secuencias exclusivas

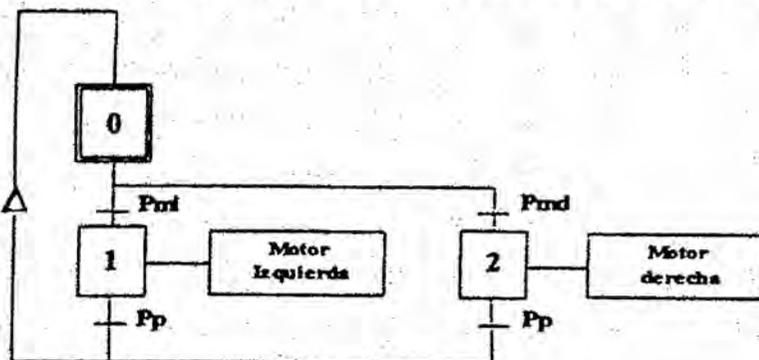


Cuando en la evolución de un automatismo, llega a un punto en el cual la evolución del mismo tiene que decidir más de un posible camino tenemos una bifurcación en O.

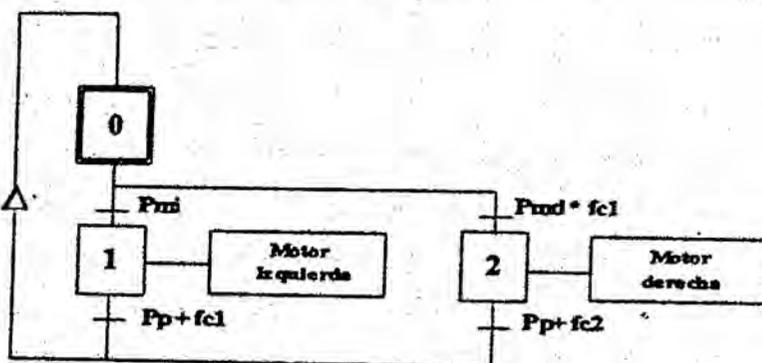
Estando activa la etapa 0, la evolución se podrá efectuar para las etapas 1 ó 10 ó 16. La evolución se producirá a través de la primera transición que sea verificada, seguidamente se desactivara la etapa 0, lo que hará imposible que las otras secuencias se activen, hasta que no esté activa de nuevo la etapa de entrada.

☉ Ejemplo:

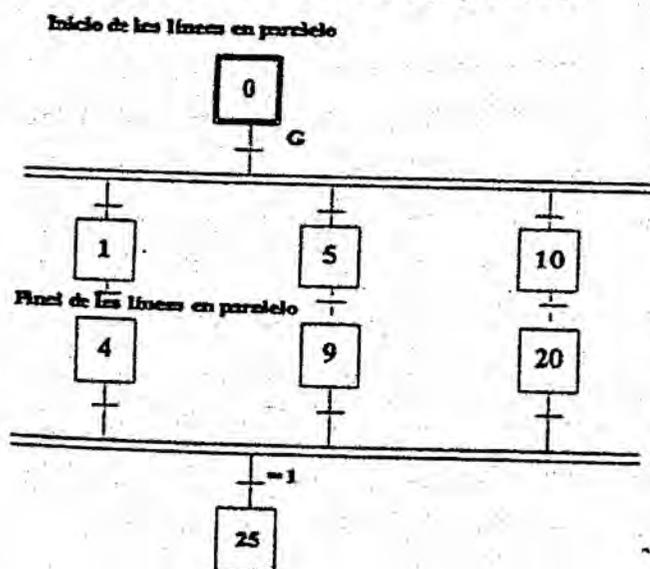
Tenemos un motor inicialmente parado, para pasar a marcha y girar a la derecha tenemos que pulsar Pmd, al pulsar Pp se parara. Pulsando Pmi una vez parado ha de girar a la izquierda.



En este ejemplo si pulsamos los dos pulsadores de marcha al mismo tiempo se activan las dos etapas produciéndose un funcionamiento en paralelo el cual hay que evitar colocando alguna condición de exclusión entre ambas ramas.



### 5.3.- Bifurcación en "Y". Trabajo paralelo.



Cuando en la evolución de un automatismo llegamos a un punto en el cual la evolución de la mismo ha de seguir por más de un camino, el GRAFCET se representa con la doble línea paralela.

Al llegar a una bifurcación en Y el sistema evoluciona simultáneamente por todos los caminos al mismo tiempo. Así por ejemplo si se activa la etapa 0 y se cumple la condición G se activaran al mismo tiempo las etapas 1, 5 y 10 y se desactiva la etapa 0.

Al final de las ramas se coloca una etapa de espera y hasta que no terminen todas las secuencias no evolucionará el sistema a la siguiente etapa.

Revista Facultad de Ingeniería  
Universidad de Tarapaca  
cing@uta.cl, carlosvillaruel@uta.cl  
ISSN (Versión impresa): 0717-1072  
ISSN (Versión en línea): 0718-1337  
CHILE

2000  
Ana Molina A.  
LA COMPETENCIA PROFESIONAL EN EL INGENIERO DEL NUEVO MILENIO  
*Revista Facultad de Ingeniería*, julio-diciembre, vol. 8  
Universidad de Tarapaca  
Arica, Chile  
pp. 65-71

## LA COMPETENCIA PROFESIONAL EN EL INGENIERO DEL NUEVO MILENIO<sup>1</sup>

Ana Molina A.<sup>2</sup>

### RESUMEN

La formación de competencias profesionales en los ingenieros de estos tiempos reviste singular importancia dado el cambio que se ha producido en el contexto social en que desarrolla su labor.

El artículo plantea como resultado un modelo de competencia profesional para el ingeniero latinoamericano, para lo cual se operacionalizó el modelo de Jacques Delors que plantea cuatro grandes esferas en la formación profesional: Aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser. Se fundamentan cada una de estas esferas, teniendo en cuenta criterios obtenidos de diferentes autores de publicaciones científicas más recientes, de manera de que el modelo se presente con un grado adecuado de actualización.

El modelo conduce a una reflexión acerca de las nuevas concepciones curriculares y de enseñanza en las carreras de ingeniería.

### ABSTRACT

*The development of professional competence in the engineers of modern times is of paramount importance due to the changes which have taken place in the social context where engineers develop the profession.*

*The article outlines a model of professional competence for the Latin American engineer which was adopted from Jacques Delors' model. It states four big spheres in the training of engineers; to learn how to know, to learn how to do, to learn how to live together, and to learn how to be. Each of these spheres is fundamented taking into account approaches from different authors who have published recently so that the model is presented with an appropriate degree of modernization.*

*The model leads to a reflection on the new curricular and teaching approaches of engineering programmes.*

### INTRODUCCION

Un aspecto a considerar dentro de la formación actual de ingenieros, lo es precisamente la diferencia de contexto entre los profesionales de estas ramas hace unos cuantos años y el profesional que egresa en estos momentos. En el caso del primero, los conocimientos adquiridos en la Universidad le servían para toda la vida y tenían un carácter utilitario. Los segundos, por el contrario, deben enfrentarse a nuevos retos impuestos por el desarrollo científico tecnológico, no sólo desde el punto de vista técnico, sino también humano teniendo en cuenta el cúmulo de relaciones interpersonales y sociales que debe establecer en medio de la llamada "crisis universal de los valores". A fin de definir este nuevo contexto, se hace necesario recordar algo de la

historia reciente de ese desarrollo.

A partir de los años setenta del siglo XX, según criterio de Núñez Jover [19], se desencadena la llamada III Revolución Industrial, proceso que surge vinculado a la crisis económica de los años setenta, cuyos principales rasgos están dados principalmente por el nacimiento de la computación, la energía nuclear y los nuevos descubrimientos básicos sobre el código genético. Las posibilidades productivas de estos conocimientos serían movilizadas en el contexto de la crisis económica.

Vivimos en la llamada "sociedad del conocimiento" donde, a juicio de algunos autores, la sociedad postindustrial "avanza inexorablemente hacia la primacía de la inteligencia y el saber como principales factores del progreso social y económico" [15]. Por otra

<sup>1</sup> Este artículo forma parte de un Proyecto de Investigación del Programa Ramal de Ciencias Pedagógicas del Ministerio de Educación Superior de Cuba y de la Tesis de Doctorado de la autora.

<sup>2</sup> Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de la Habana, Facultad de Ing. Mecánica, Calle 127 s/n esq. 114, Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: anatare@mecanica.ispjae.ed.cu.

parte, Lamo de Espinosa [13] caracteriza esa sociedad por un conocimiento acelerado en la producción de conocimientos, multiplicación exponencial en la producción de patentes, especialidades y obsolescencia de conocimientos y formaciones.

Sin embargo, en el seno de esa llamada "sociedad del conocimiento" se producen grandes contradicciones de índole conceptual. Morin hace más de quince años llamaba la atención acerca de la diferencia entre información y conocimiento: *"El hecho de poseer una cantidad de información no concede un pasaporte hacia el conocimiento. Se requiere de marcos teóricos, conceptuales y axiológicos que le den sentido. Se corre el riesgo de que la información genere ignorancia por esta causa"* [16]

La Educación Superior y en especial la encaminada a la formación de profesionales de la ingeniería se enfrenta pues, a nuevos retos que se derivan del desarrollo científico tecnológico: Por una parte, un cúmulo gigantesco de información creciente y, por otro, la interrogante de preparar profesionales capaces de operar con dicha información sin perder sus condiciones humanas.

Hoy en día la actividad propia del ingeniero, como ente social, se proyecta más hacia la innovación tecnológica que hacia la reproducción de conocimientos de carácter utilitario. Este nuevo tipo de actividad, además de conllevar *"...en principio a la creación o adaptación de los nuevos conocimientos y su aplicación al proceso productivo con repercusión y aceptación en el mercado"* [14], implica, según Sutz: *"...relaciones de cooperación y no autoritarias, interacción fluida entre actores muy diversos, reconocimiento de saberes diferentes encarnados por mucha gente, actitudes proclives a imaginar desde puntos de vista nuevos..."* [21]

Se produce entonces una marcada diferenciación entre la invención y la innovación. La primera, según López Cerezo y Valenti., constituyó una *"expresión individual de la creatividad"* [14] base fundamental de la I Revolución Industrial; mientras que la segunda se constituye como un proceso colectivo de la creatividad.

El profesional de ingeniería deja de ser un ente individual, aferrado a sus propias ideas y concepciones, para convertirse en un activo protagonista del desarrollo social, a través de la interacción con otros sujetos, incluyendo aquellos de perfiles profesionales diferentes. Dentro de estas relaciones aparecen los procesos permanentes de aprendizaje sustentados por el marco teórico y conceptual que constituyen parte de su formación académica.

No solamente se requiere de determinados conocimientos y habilidades. Este profesional *"tiene que saber conducirlas desde y para la sociedad, lo que se expresa en saber trabajar en grupo, interpretar social y económicamente las necesidades y demandas, dirigir procesos a través de la participación, el diálogo y la comunicación, en busca de información valiosa para la competitividad"* [1].

Otros autores como Kranzberg y Pursell apuntan además que: *"...como parte de nuestra cultura, (la tecnología) tiene influencia en nuestra manera de comportarnos y de crecer, Así como los hombres han tenido siempre alguna forma de tecnología, también esa tecnología ha influido en la naturaleza y la dirección del desarrollo del hombre"* [12].

Teniendo en cuenta lo antes señalado, se hace necesario definir, desde la formación académica del futuro ingeniero, un modelo de competencias profesionales que sirva de base a una nueva concepción curricular y pedagógica, muy distinta a la que ha prevalecido en las instituciones universitarias en los últimos cincuenta años. El modelo propuesto es aplicable a la formación de ingenieros fundamentalmente en la región latinoamericana, por el impacto que en estos países ha tenido la globalización y la necesidad de personal calificado para enfrentarla.

#### CONCEPCION DE "COMPETENCIA PROFESIONAL" EN EL INGENIERO DEL NUEVO MILENIO

La llamada "competencia profesional" abarca múltiples dimensiones. Para definirla en todas sus aristas, se ha asumido la concepción planteada por J. Delors en el documento "La educación encierra un tesoro", presentado en la conferencia de la UNESCO del año 1997. En él se plantean como condiciones imprescindibles para el alcance de la "competencia profesional", cuatro grandes cualidades que debe poseer el profesional de estos tiempos: *"Aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser"* [7].

No se expresan estas actitudes en función de *saber* de forma absoluta. Cuando se habla de *aprender* se está presuponiendo el hecho de que poseer un determinado conocimiento, habilidad o cualidad personal no termina ahí, sino que de forma permanente el profesional, durante toda su vida, se va transformando como ser humano integral. Se trata pues, de un proceso dialéctico que comienza en las aulas, en el hogar y en la comunidad y durará por siempre.

*Aprender a conocer* comprende el desarrollo de habilidades cognoscitivas. La situación actual del desarrollo de la ciencia y la tecnología no permite, en un período de aproximadamente cinco años, mantener un nivel de actualización constante de los conocimientos cuya caducidad se alcanza en un tiempo relativamente corto. Se trata de "preparar al estudiante para que pueda enfrentar situaciones, problemas que ahora no existen pero que ocurrirán en el futuro. Un egresado de la educación superior debe saber prever el futuro desarrollo de su esfera profesional, estar preparado para lo que acontecerá" [22].

El desarrollo de habilidades cognoscitivas implica, por tanto, un nivel de *flexibilidad* mayor que le permita al profesional asimilar los cambios, sin que ello produzca una situación traumática en él o en su entorno laboral y social.

La conciencia del valor social de la tecnología y la ciencia, contribuyen a desarrollar una cultura tecnológica, la cual se reflejará en la trascendencia que para la sociedad posee, cualquier decisión de índole técnica que se asuma por el profesional. Este no actuará impulsado por sus concepciones, sino por las implicaciones sociales que determinarán a la postre, el contenido de la decisión.

Acerca del desarrollo de una cultura tecnológica desde la formación profesional, Myers y Dumanoski expresan lo siguiente: "Se trata de proporcionar un conocimiento suficiente acerca de los problemas científico tecnológicos que afectan nuestras vidas y más en general, la vida del planeta" [18]. Este señalamiento cae dentro del campo informativo propiamente. El conocimiento de los avances y problemáticas del DCT debe ir acompañado de las respuestas a otras interrogantes: ¿Cuál es el impacto desde el punto de vista social de ese desarrollo? ¿Cuáles deben ser las acciones a tomar para contextualizar ese desarrollo?

Quizás la primera respuesta pudiera estar referida, no solamente a los problemas medio ambientales y al crecimiento vertiginoso de los medios de comunicación e información, cuyo efecto global ya es palpable dando lugar a una "cultura de la información o revolución informática" [9], sino también a la previsión de soluciones concretas para aliviarlos, teniendo en cuenta las grandes afectaciones de estos procesos a la vida humana en todos los sentidos.

La segunda respuesta puede estar relacionada con que no se trata de negar el desarrollo, pero sí de contextualizarlo. Quienes piensen lo contrario estarán aplicando igual rasero para cualquier sociedad, en un

momento en que la globalización económica impone un crecimiento cada vez más desigual entre los países pobres y los desarrollados. La cultura tecnológica pues, en la formación académica, no puede estar al margen de estas desigualdades.

La superación permanente, más que un requisito, es una necesidad de nuestros tiempos. A juicio de C. Tünnermann, "Educación permanente quiere decir que no hay una etapa para estudiar y otra para actuar" [23]. Por otra parte, M.A. Escotet señala que: "... aprender y actuar forman parte de un proceso existencial que se inicia con el nacimiento y termina con la muerte del individuo. Educación permanente quiere decir, no sólo poseer los conocimientos y las técnicas que nos permitan desempeñarnos eficientemente en el mundo en que vivimos, sino fundamentalmente, estar capacitados para aprender, reaprender y desaprender permanentemente" [8].

*Aprender a hacer* comprende las habilidades de índole práctica. En ingeniería, las habilidades de *cálculo* incluyen acciones concretas en la solución de problemas matemáticos, así como la modelación de fenómenos o procesos. Cabe destacar en estos últimos, las amplias posibilidades que brinda la algoritmización de los procedimientos de cálculo y procesos, ya que independientemente de su utilidad en la solución de problemas, resulta una base incuestionable para la realización o propuesta de programas de computación a fin de automatizarlos.

La habilidad en la solución de situaciones problemáticas, en las que expresamente se brinda una parte de la información necesaria, a fin de que el resto sea aportada por el sujeto, constituye una importante habilidad práctica. "No obstante, en los centros universitarios, esto se ha desarrollado más en el plano académico, es decir, desde las concepciones de la llamada *enseñanza problemática*, donde lo que se problematiza es el contenido de la materia que se está enseñando, lo cual trae un positivo efecto en los resultados del aprendizaje, pero no significa problematizar la *relación subjetiva del alumno con la profesión*, única vía de hacer *problemático el proceso de conformación de su identidad profesional*" [6].

En ingeniería los procedimientos de *selección*, aparecen casi de forma cotidiana. El trabajo con elementos o piezas normalizados es una constante en cualquier proceso de realización de un proyecto tecnológico. La habilidad práctica consiste en realizar una selección adecuada que cumpla con los requisitos de funcionalidad, además de ser viable y económica. La habilidad de *proyección*, se encuentra íntimamente

ligada a la de *selección y cálculo*, ya que integra o contiene a las mismas.

La *investigación* aplicada a los procesos industriales, forma parte importante de las habilidades prácticas que debe poseer un profesional de la ingeniería. La aplicación consecuente del conocimiento científico, unida a la *creatividad* o forma novedosa de buscar y alcanzar un resultado, desestima el estancamiento o utilización de patrones obsoletos y caducos. F. Benítez plantea al respecto que: "*La capacidad de innovar y la creatividad toman una importancia destacable en este nuevo paradigma, por lo que la creación de hábitos científicos y una actitud investigativa en el estudiante a partir de su participación, será una tendencia importante*" [2].

Con relación a la *independencia*, ésta no se concibe en un plano meramente individual. El ingeniero se encuentra vinculado a otros especialistas, obreros, técnicos, etc., con los cuales debe interactuar, amén de su condición de líder, por lo que: "*el nivel de independencia estará dado por la capacidad o posibilidad de conocer cuándo, dónde y a quién dirigirse para demandar ayuda o información, cómo utilizarla, etc...*" [17].

*Aprender a ser* comprende los valores humanos, es decir, las cualidades inherentes a la personalidad del individuo. "*El valor es un concepto cuya esencia es su valer, el ser valioso, es decir, el valor se refiere a aquellos objetos y fenómenos que tienen una significación social positiva y juegan una doble función: como instrumento cognoscitivo y como medios de regulación y orientación de la actividad humana (funciones diagnóstica y pragmática del valor)*" [4].

En cualquier esfera de la vida, los valores morales se encuentran presentes formando parte del contenido movilizador de los restantes valores "*al estar presentes en la premisa, el fundamento y la finalidad de todo acto de conducta humana*" [5]. La responsabilidad profesional, la honestidad, la solidaridad humana y otros valores morales, deben caracterizar al profesional de la ingeniería durante su desempeño, aspecto este que es totalmente válido para cualquier especialidad universitaria.

Merece destacarse dentro de los valores morales, la *sensibilidad* ante los posibles daños al medio ambiente producidos por el desarrollo tecnológico. El ingeniero debe ser capaz de conciliar todos los factores implicados de manera que el daño ecológico sea el mínimo, para lo cual debe poseer una cultura al respecto. "*Los grupos de ecologistas plantean a la tecnología la exigencia de velar por el hombre y su ecosistema, batalla que aún*

*está por ganar en la conciencia de algunos individuos*" [10].

Algo similar ocurre con la *estética*. Normalmente este término tiene estrecha relación con los profesionales del diseño y el arte. Sin embargo, una obra de ingeniería debe poseer rasgos estéticos, armónicos entre sí, que hagan de ella algo agradable y apreciado por todos.

Estos valores y otros más no se desarrollan por separado. Las diferentes acciones que realiza el ingeniero contribuyen a la formación de valores dentro del ambiente tecnológico. Así, las actividades o acciones concretas de selección y análisis, utilización de los materiales adecuados, identificación del trabajo de los operadores, determinación de los niveles de acabado, tanto en lo estético como en lo formal, preservar el aspecto ecológico, por citar algunos ejemplos, "*son actividades con un contenido profundamente valorativo que se ponen en acción dentro del trabajo concreto con tecnología...*" [20].

*Aprender a convivir* sugiere el equilibrio del individuo con su entorno social, en especial con las personas que lo rodean en su medio social, así como la solución de los conflictos entre las necesidades del individuo y las necesidades de la sociedad que pueden originar puntos de vista encontrados: "*... un científico o un tecnólogo que posea elevados conocimientos y habilidades profesionales, tiene que saber conducirlos desde y para la sociedad, lo que se expresa en saber trabajar en grupo, interpretar social y económicamente las necesidades y demandas, dirigir procesos a través de la participación, el diálogo y la comunicación en búsqueda de información valiosa para la competitividad...*" [1].

En toda la actividad ingenieril, el profesional de estas ramas, por otra parte, debe poseer una adecuada *competencia comunicativa*, donde el arma fundamental es el diálogo como vía para la solución de problemas, teniendo en cuenta su condición de líder, constituyéndose no sólo como un dirigente, sino también como un educador para sus subordinados. "*El diálogo permite convencer a un sujeto activo, tomando en cuenta sus conocimientos, opiniones, creencias y proporcionarle los argumentos que él requiera para, no sólo percibir, sino sentir esa realidad*" [11].

La *tolerancia* y el *respeto mutuo*, por su parte, constituyen una divisa fundamental en la formación humanística del profesional. El cumplimiento de las normas de convivencia descarta, de hecho, las relaciones de poder, de autoritarismo. Saber escuchar a los demás, promover la iniciativa creadora, consensuar las opiniones conllevan a un compromiso activo entre los integrantes del colectivo laboral en la fábrica o

empresa al sentirse partícipes de las decisiones tomadas y por ende, sujetos de la actividad desarrollada.

Lo anterior está relacionado directamente con las *habilidades de trabajo en equipo*. El profesional de ingeniería, hoy en día no se desempeña solo, como ya se ha señalado anteriormente. En la mayoría de los casos forma parte de un colectivo multidisciplinario compuesto por especialistas, técnicos y obreros. De ellos tendrá que aprender también, independientemente de que se mantenga en todo momento con su condición de líder del grupo.

Urzúa Soto señala los resultados al nivel personal de la colaboración recíproca en el ámbito del aprendizaje grupal. Estos criterios tienen validez en el marco en que se desenvuelve el profesional de la ingeniería.

- *Aumenta las habilidades sociales, interacción y comunicación efectiva.*
- *Disminuye los sentimientos de aislamiento.*
- *Disminuye el temor a la crítica y a la retroalimentación.*
- *Incentiva el desarrollo del pensamiento crítico y la apertura mental.*
- *Permite conocer diferentes temas y adquirir nueva información.*
- *Aumenta la autoestima y la integración grupal.*
- *Fortalece el sentimiento de solidaridad y respeto mutuo, basados en los resultados del trabajo en grupo [24].*

En consecuencia y, a modo de resumen, el ingeniero del nuevo milenio, debe estar investido, no solo de conocimientos y habilidades profesionales, sino también ser portador de actitudes y valores cuyo resultado será un profesional competente y competitivo a la vez.

La competencia profesional en el ingeniero abarca pues, dos grandes dimensiones: La *dimensión técnica* que contempla los conocimientos y habilidades intrínsecos de la profesión y la *dimensión ética*, que abarca el aspecto humano en cuanto a actitudes y valores.

En el esquema de la Fig. 1 se muestra un resumen de ambas dimensiones.

Para finalizar, sería conveniente reflexionar acerca de esta cita de los autores españoles J.A. López Cerezo y P. Valenti quienes manifiestan que: *"Ser un buen ingeniero no es sólo cuestión de conocimientos, sino también "saber hacer". No basta con ser docto hay también que ser virtuoso. Hay valores tradicionales como la eficacia que definen la "virtud ingenieril" y que se refleja en el resultado de la actividad. Son valores presentes en la educación tecnológica que no debieran ser descuidados. Pero en el mundo actual, donde la tecnología ha adquirido una extraordinaria relevancia pública y es objeto de un atento escrutinio social, hay otros valores que también deberían estar presentes en la educación de los ingenieros para hacer de éstos unos profesionales adaptados a su tiempo. Se trata de educar para innovar y de educar para participar; son también las coordenadas de esta breve reflexión sobre lo que debería ser la educación tecnológica" [14].*

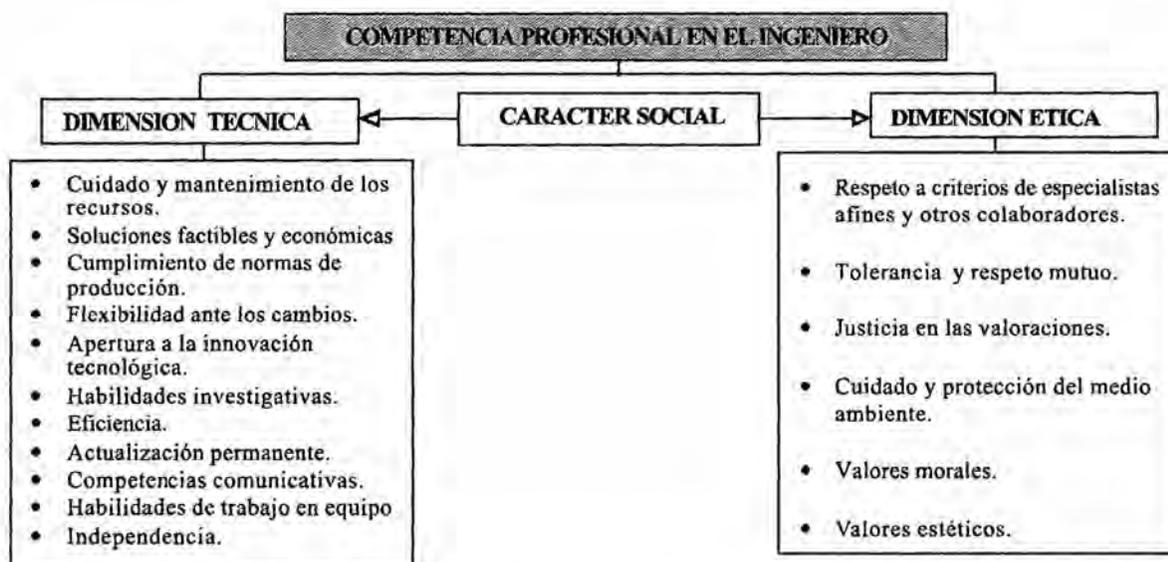


Fig. 1.- Modelo de competencia profesional en el ingeniero

### CONCLUSIONES

El modelo presentado responde a una concepción de formación integral del ingeniero de estos tiempos. Sus componentes pueden variar de acuerdo a los intereses y necesidades sociales de la sociedad en que se enmarca.

La reflexión fundamental a que lleva esta concepción está dada por el impacto directo en los sistemas actuales de formación de ingenieros, en donde predominan enfoques tradicionales de enseñanza basados fundamentalmente en la transmisión formal de conocimientos a un receptor pasivo que es el estudiante.

Se impone pues, ante esta nueva situación marcada por el desarrollo, un cambio radical en la concepción curricular y en la enseñanza de la ingeniería, donde debe estar presente, no solamente el conocimiento, sino también las habilidades profesionales y las actitudes o valores imprescindibles para la obtención de un producto de calidad que cumpla simultáneamente los requisitos de competencia profesional y de competitividad ante las nuevas exigencias del mercado de trabajo.

Este modelo, pues, constituye un punto de partida para la adopción de un enfoque más científico del proceso de enseñanza aprendizaje en las especialidades de ingeniería.

### REFERENCIAS

- [1] Batista Tejeda N., Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba, 2000.
- [2] Benitez Cárdenas F., "Tendencias internacionales de la creación científica y tecnológica en las universidades", Conferencia, Evento CIER'99, La Habana, Cuba, 1999.
- [3] Colectivo de Autores, "Comunicación Educativa", CEPES, Universidad de la Habana, 1999.
- [4] Colectivo de Autores, "Estrategias para la formación moral en estudiantes universitarios", Monografía, CEPES, Universidad de la Habana, 2000.
- [4] Chacón Arteaga Nancy, "La formación de valores morales: Propuesta Metodológica y Experiencias aplicadas", Curso Pre Evento PEDAGOGÍA'99. La Habana, 1999.
- [5] Del Pino Calderón J. "La orientación profesional: Una perspectiva desde el enfoque problematizador". Inédito, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, La Habana, Cuba, 1999.
- [6] Delors J., "La Educación encierra un tesoro", Informe a la conferencia de la UNESCO, París, 1997.
- [7] Escotet Miguel A., "Tendencias, misiones y políticas de la universidad", UCA, Nicaragua, 1994.
- [8] Gil Pérez D., "El papel de la educación ante las transformaciones científico tecnológicas", Revista Iberoamericana de la Educación No.18, Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación, Biblioteca virtual, OEI, España, 2000.
- [9] González Pérez M., "¿Es neutral la tecnología?", en "Ecología y sociedad: Estudios", Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1999.
- [10] González Rivero B., Salazar Fernández T., "El desarrollo de habilidades comunicativas" en Colectivo de Autores, "Comunicación Educativa", CEPES, Universidad de la Habana, 1999.
- [11] Kranzberg M., Pursell C., s/f, citados por Rodríguez Acevedo G.D., Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una mirada desde la tecnología, Revista Iberoamericana de Educación, No.18, Biblioteca virtual, OEI, España, 2000.
- [12] Lamo de Espinosa, E., "La sociología del conocimiento y la ciencia", Alianza Universidad Textos, Madrid, 1994.
- [13] López Cerezo J.A., Valenti P., "Educación Tecnológica en el siglo XXI" en Revista electrónica Polivalencia No. 8, Fundación Politécnica, Universidad Politécnica de Valencia, 2000.
- [14] López Rupérez F. y otros, "Hacia una educación de calidad. Gestión, instrumentos y evaluación", Narcea, Madrid, 2000.
- [15] Morín E., "Ciencia con consciencia", Anthropos, Barcelona, 1984.
- [16] Molina Alvarez A.T., "La responsabilidad profesional en el estudiante de Ingeniería Mecánica", Revista Ingeniería Mecánica, Vol.1, No.2, pp.25, Cuba, 1999.
- [17] Myers N. (1987) citado por Gil Pérez D, "El papel de la educación ante las transformaciones científico tecnológicas", Revista Iberoamericana de Educación No. 18, Biblioteca virtual, OEI, España, 2000.

- [18] Núñez Jover J., "La ciencia y la tecnología como procesos sociales", Inédito, Universidad de la Habana, 2000.
- [19] Rodríguez Acevedo G. D., "Ciencia, tecnología y sociedad: Una mirada desde la educación en tecnología", Revista Iberoamericana de Educación No.18, Biblioteca virtual, OEI, España, 2000.
- [20] Sutz J., "Ciencia Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular", Revista Iberoamericana de Educación No. 18, Biblioteca virtual, OEI, España, 2000.
- [21] Talízina N., "Fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior", DEPES, Universidad de la Habana, 1987.
- [22] Tünnermann Berheim C., "La educación superior en el umbral del siglo XXI", Ediciones CRESALC, UNESCO, Caracas, 1996.
- [23] Urzúa Soto R., "Aprendizaje colaborativo", Centro de Innovación de Tecnología Educativa, ITESM, Guadalajara, 1999.

