

DOMINIO SISTÉMICO DE PROCESOS MULTIVARIANTES (DSPM)

Abstract: Metodología desarrollada con el objetivo de lograr transitar del modelo convencional de Control Continuo de los procesos mediante la utilización de herramientas y axiomas matemático estadísticos que no son aptos para modelizar los complejos procesos Multivariantes los cuales pueden ser dominados mediante la detección del grupo de combinaciones de sus respectivos valores.

Los sistemas tecnológicos aplicados en la actualidad, aseguran que cada una de las características garantizan que cada una de las características y parámetros que configuran los procesos se mantengan de de sus valores pre seteados, en tanto el permanente desplazamientos de los mismos dentro de sus límites establecido, generan centenas y miles de diferentes combinaciones, las cuales en sus interacciones funcionales generan diferentes patrones de comportamiento funcional en el producto.

Gonzalo Rubio Longás

Realizado: Junio 1989
1ª Revisión: Mayo 1997
2ª Revisión: Junio 2003

IDITEC Instituto de Investigaciones tecnológicas

TE/Fax: 005411 4654 5484 email: iditec@sinectis.com.ar

DOMINIO SISTÉMICO DE PROCESOS (DSPM)

1. INTRODUCCION :

Ante los crecientes requerimientos de las exigencias de incremento de los niveles competitivos de Calidad exigidos por los mercados internacionales y debido a haber realizado en análisis exhaustivo de las metodologías y herramientas estadísticas convencionales que incluso figuran en los manuales estadísticos de referencias de normas ISO y QS (normas internacionales de aseguramiento de la calidad), hemos considerado imprescindible la publicación del presente trabajo por las siguientes razones:

- Prácticamente todas las herramientas estadísticas aconsejadas en dichas normas, así como en claustros universitarios, son aplicables **únicamente** a características que sean funcionalmente independientes unas de otras, lo cual no es aplicable a los procesos continuos y tipo batch.
- Es entendible que por razones de simplificación en los sistema educativos y formativos, en dichas normas se incluyen herramientas estadísticas que *tienen validez, solamente cuando se cumplen algunas premisas estadístico matemáticas* que no suelen estar presentes en la realidad dela mayoría de los complejos fenómenos industriales.

Por todo lo anterior nos hemos propuesto con este trabajo el fin de esclarecer el tema y lograr los siguientes objetivos:

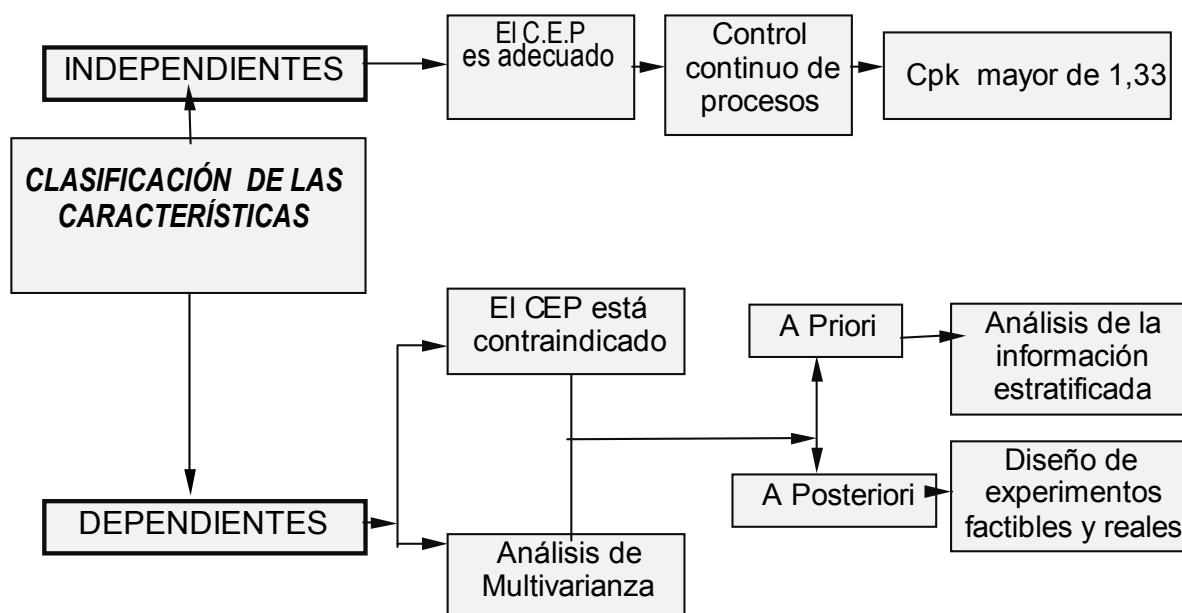
- a. Aclarar a los responsables de las empresas, a sus profesionales y técnicos de organizaciones industriales y de servicios qué tipo de herramientas y metodologías estadísticas son aptas para cada uno de las diferentes familias de procesos.
- b. Cuales son las limitaciones que poseen las herramientas estadísticas convencionales que figuran en las normas antes citadas y en la bibliografía más difundida.
- c. Mostrar como, para procesos continuos o tipo batch, las herramientas estadísticas aconsejadas, no solo no son las adecuadas sino que en algunos casos, su aplicación puede inhibir el mejoramiento de los procesos que se desean optimizar.

2. DESAROLLO

La metodología DSPM- Dominio Sistémico de Procesos Multivariantes que expondremos ha sido aplicada a más de 70 complejos procesos de Blending, Refinerías, Siderurgia, fabricación de productos Alimenticios, Curtiembres, fabricación de Papel y Plástico, Fundiciones de metales no ferrosos, logrando con la conjunción de los conocimientos tecnológicos de los profesionales de las empresas y la aplicación del DSPM el Dominio completo de dichos procesos.

Entrando en materia veamos el siguiente cuadro de clasificación de los **diferentes tipos de características** existentes en el campo de los fenómenos naturales de procesos industriales.

Figura N° 1.



Toda característica física conocida puede clasificarse en una de las dos categorías: dependiente o independiente y de acuerdo a ello quedan determinadas que tipo de modelización matemático estadística requiere cada uno de los dos grupos para ser analizado y comprendidas sus leyes de funcionamiento natural.

2.1. Diferentes tipos de procesos:

Las muestras pueden provenir de diferentes tipos de procesos que requieren de las siguientes consideraciones:

Los diferentes tipos de procesos industriales a los cuales puede aplicarse el método DSPM son los siguientes:

Procesos discretos, Procesos continuos, Procesos tipo batch

Procesos discretos:

Son todos aquellos que fabrican o transforman piezas, partes, porciones separadas unas de otras. En estos procesos la característica a evaluar puede variar de pieza a pieza en forma significativa.

Procesos continuos:

Son aquellos en los cuales no se producen piezas o partes separadas, como en los procesos que denominamos discretos, sino que se produce un continuo, el cual suele estar en las fases: sólida, pastosa, líquida o gaseosa.

Procesos tipo batch:

En este tipo de procesos toda la masa es tratada o transformada simultáneamente en las mismas condiciones físico-químicas.

Denominaremos *Procesos Multivariantes* a aquellos en los cuales los valores de las *Características de salida* dependen de la interacción funcional, simultáneamente o secuencial, de varios *Parámetros de Control y de Entrada al proceso*.

La optimización de procesos industriales por medio del dominio de los mismos requiere de la utilización de metodologías racionales por la simple razón que nos enfrentamos con fenómenos pertenecientes al mundo físico, el cual hasta donde conocemos, está gobernado por leyes más o menos inmutables dentro del entorno de los procesos industriales.

2.2. MODELOS MATEMÁTICOS Y EMPIRICOS:

Fundamentalmente existen dos tipos de modelos matemáticos en cuanto a las aplicaciones prácticas se refiere:

- a. **Teóricos:** Cuando están presentes leyes naturales que relacionan a los fenómenos físicos entre sí y las mismas son conocidas.
- b. **Empíricos:** Cuando el conocimiento de los fenómenos que se están estudiando no es completo o exacto como para lograr conocer a priori el *complejo algoritmo multivariante* que realmente gobierna al fenómeno. La mayoría de situaciones industriales corresponde a este segundo modelo fenomenológico, tanto en biología, química, física.

Las mayoría de las metodologías estadísticas convencionales difundidas, como veremos un poco más adelante, relativas al Diseño de Experimentos implican *que se conoce suficientemente* el fenómeno como para *poder elegir* las pocas características que los tecnólogos consideran que influyen de manera significativa tanto individualmente como en forma conjunta, por medio de sus interacciones funcionales. . . y *esto no suele ser verdad en la mayoría de casos de estudio*.

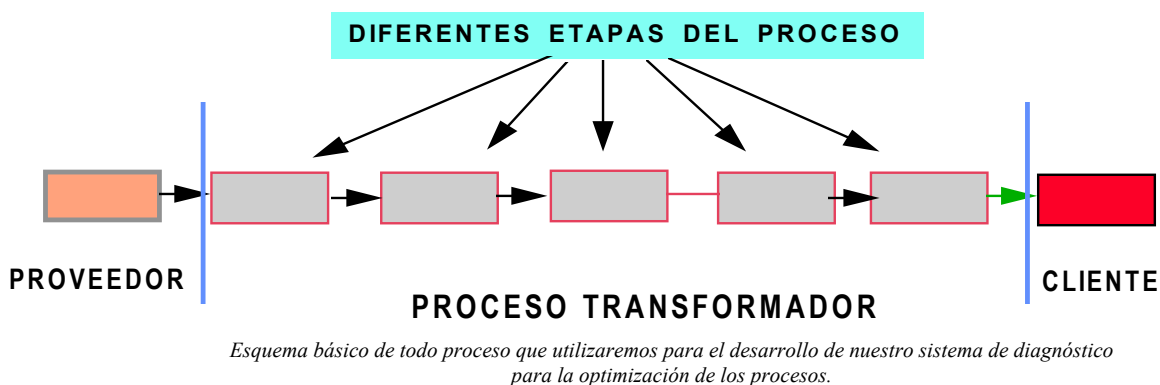
2.3 ESQUEMA BASICO DEL DIAGRAMA SISTEMICO DE FLUJO FUNCIONAL:

En todo proceso, ya sea en organizaciones de servicios o industriales, se encuentra un *esquema funcional general* de leyes naturales que, mediante su interacción funcional gobiernan el desarrollo y características de los mismos.

Este concepto se desarrolla en varias etapas sistémicas como puede representarse gráficamente del siguiente modo:

Etapa Preliminar de análisis del proceso:

Figura N° 2.



2.4. Confección del diagrama de flujo productivo completo:

La aplicación de esta metodología (DSPM), ha permitido la identificación y clasificación ordenada de los diferentes tipos de causas que ocasionan efectos no deseables, retrabajos, reinspecciones y declasaje de material en su fase de producto terminado.

En esta etapa se debe realizar la representación completa en bloques de todas las etapas o pasos del proceso real, incluyendo al Cliente, interno o externo, y al Proveedor del sector a analizar.

Figura No. 3.

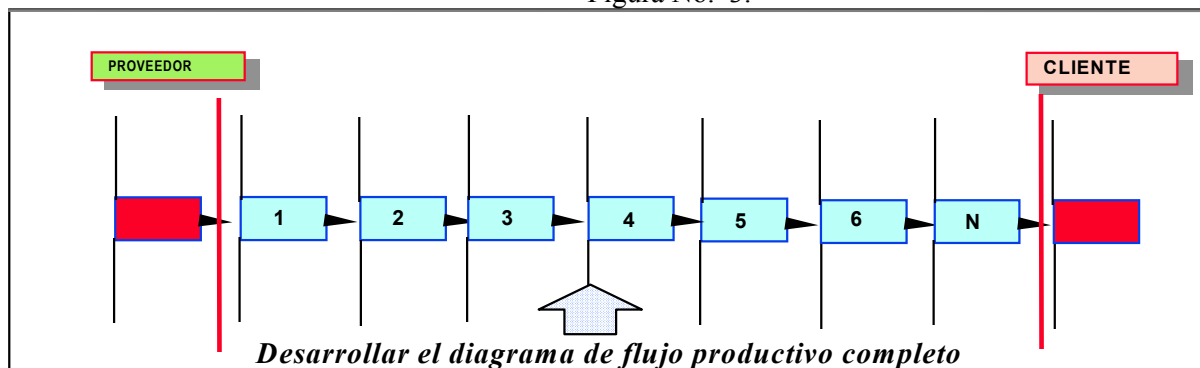


Diagrama en bloque que permite describir paso a paso y operación por operación el proceso real completo, el cual sirve de base para confeccionar los diagramas de niveles de detalle

2.5. Descripción de las características de Salida: (Requerimientos del Cliente)

La primer acción estratégica aconsejada, cuando se está ante situaciones de no conformidades, evidentemente consiste en detectar todas las características de Salida que llegan hasta el cliente (interno o externo) e instalar un plan intensivo, costoso e ineficiente de inspección y selección a fin de impedir que pase a la etapa siguiente dejando en el interior de la empresa dichas No conformidades:

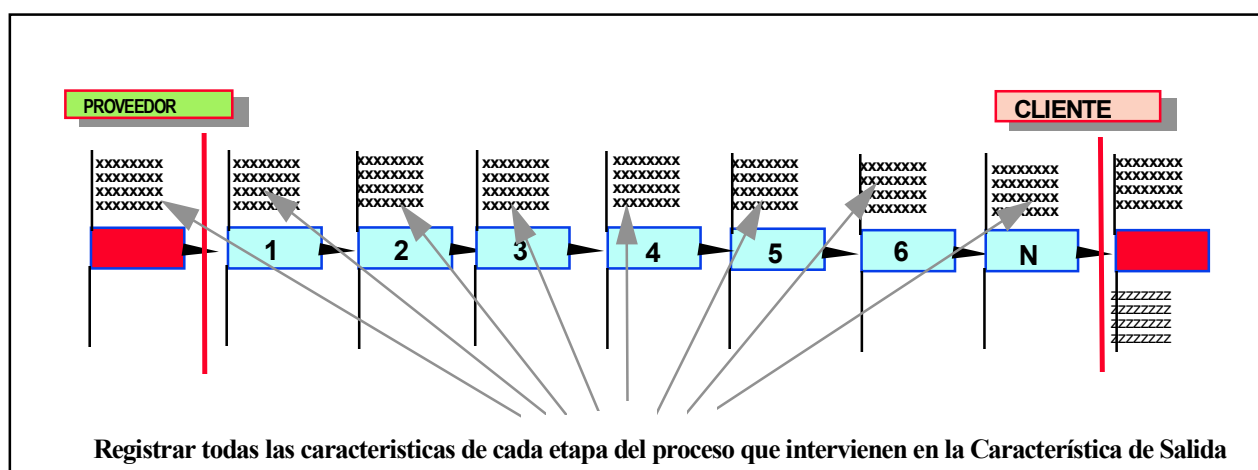
Esta metodología, como es obvio, resulta irracionalmente antieconómica dado que está basada en *hacer las cosas mal* . . . y luego realizar una inspección intensiva (no siempre efectiva 100%) sobre el producto terminado, por dicho motivo esto corresponde a una etapa de

coyuntura que debe ser eliminada lo antes posible mediante la aplicación de las siguientes etapas de Mejoramiento y Dominio Sistémico Rentable del proceso

2.6. Descripción de las características de Entrada y Control.

Del mismo modo que se realizó con las Características de Salida, debemos completar el diagrama describiendo la totalidad de las *Características de Entrada(CE)* y *Control del Proceso (CCP)* de transformación, tal como se indica en la siguiente figura, de manera de tener completo el diagrama y poder realizar el diseño del experimento que deberá llevarse a cabo para determinar las correlaciones funcionales, *naturales*, resultantes de dichas características.

Figura No. 4.



Esquema mostrando la forma en que deben ser descriptas las características de Entrada y Control.

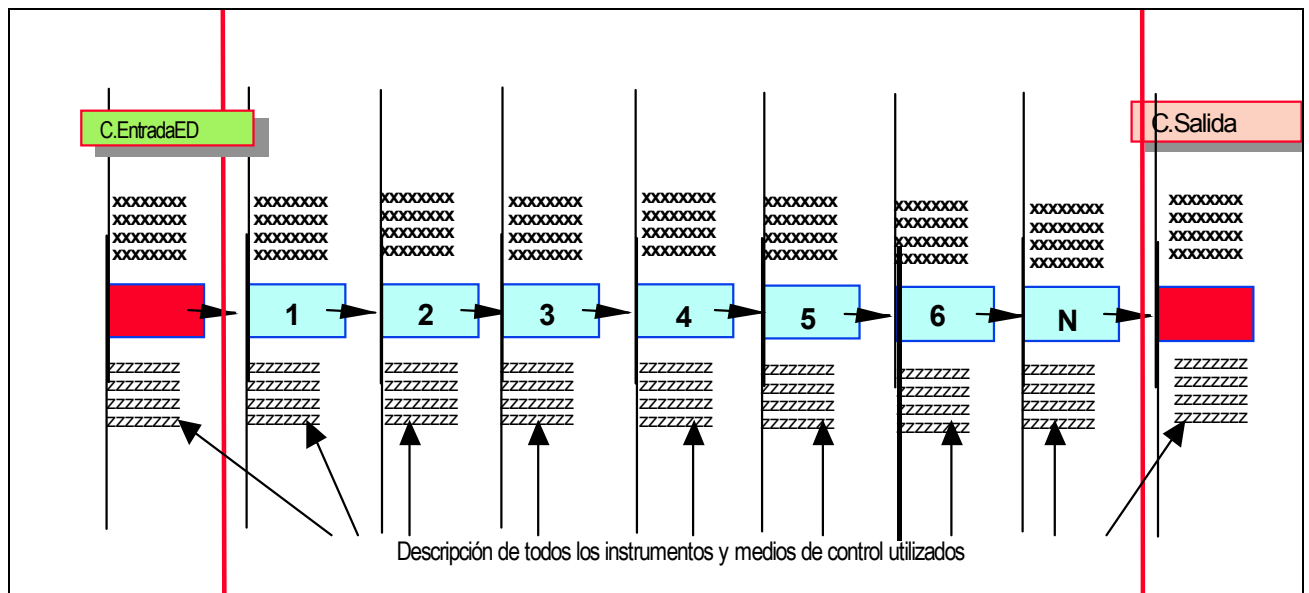
En la parte superior de cada uno de los bloques del diagrama se deben ir enumerando aquellas características del proceso que pueden originar cambios en las Características de Salida que se han elegido para ser optimizadas mediante el dominio racional del proceso.

2.7 . Descripción de los medios de control de las características del proceso.

Una vez cumplida la etapa anterior se está en condiciones de describir cada uno de los medios y elementos de control con que contamos para controlar, regular o medir los valores de cada una de las características que hemos detectado como existentes en la realidad de nuestro proceso, sin importar por ahora si son o no significativas pues la metodología DSPM· determinará esta característica por sí misma.

Figura N° 5

Figura N° 5

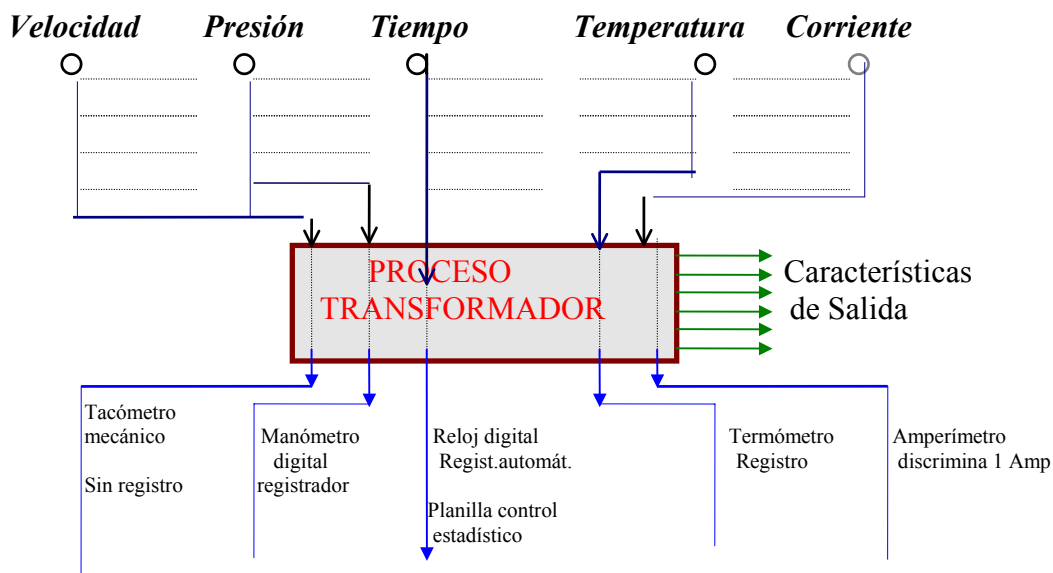


En la parte inferior de cada uno de los recuadros deben registrarse los instrumentos métodos de regulación y/o control con que se cuenta para cada una de las características de Entrada, Control y Salida del proceso.

Para mayor claridad veamos ampliado uno de los bloques que representan cada uno de los pasos del proceso completo.

Figura N° 6.

PARÁMETROS DE CONTROL



Instrumental de verificación de los Parámetros de Control

Puede apreciarse la real situación del proceso en cuanto se refiere a las Características de Control y el Instrumental que sirve de base para determinar los valores de las Características .

2.8. Detección de las características significativas de Control del Proceso:

Una vez volcadas todas las características en el Diagrama sistémico de Flujo deberá realizarse una sesión, entre quines dicen conocerlo, esta información será tomada solamente como: ***La mejor hipótesis*** con que cuentan quienes, por su formación o función consideran que ***conocen el profundamente el proceso que no pueden dominar***

Se insiste en volcar todas las características existentes, ya que la metodología de DSPM a través de sus modelos físico matemáticos determinará el grado de significación, no solo de las características individuales sino también la de sus interacciones funcionales.

2.9. Evaluación de la Aptitud (R & R) de los sistemas de medición utilizados:

Aquí debe aplicarse, antes de asumir como verdaderos los datos numéricos que representan a las características medidas la metodología R&R (Aptitud de los medios de controles) o MSA (Measurement System Assurance) aconsejadas por los manuales de referencia estadística de las normas QS 9000.

2.10. Confección de la base de datos computarizada:

La base de datos debe contener los siguientes cuatro campos principales de información:

- Datos de identificación y rastreabilidad
- Características de Entrada
- Características de Control
- Características de Salida

Esto permitirá realizar el reordenamiento de la base de datos por *cualquiera de dichos campos existentes*, proporcionando respuestas a las diferentes preguntas que sea necesario formular para comprender la dinámica física interna de cada complejo proceso y características *relacional multivariable*.

Figura N° 7.

N° de Batch	Identificación	Caract.Entrada	C. Control Proceso	Carct.Salidad

En la mayoría de los casos analizados en los últimos diez años hemos podido comprobar que las características pertenecen a los siguientes dos grupos:

- a. Variables continuas o discretas
- b. Características atributivas (Que la Naturaleza no existen)

Por lo expuesto, esta segunda categoría (la atributiva), debe ser transformada en una escala de **pseudovariables**, que permiten su evaluación estadística, como por ejemplo:

La calificación visual de una soldadura, originalmente definida como Ok ó Nok, deberá ser clasificada en cinco niveles, o al menos en tres:

Optima = 5, Buena = 4, Regular = 3, Mala = 2, Muy mala = 1

2.11. Definir las relaciones funcionales entre Características:

Una vez registradas todas las características que intervienen en el proceso, verificada su representatividad de característica física real, posteriormente el grado de aptitud R&R del sistema de medición y habiendo sido volcados los datos en la Base Relacional correspondiente en *tiempo real*, debemos pasar a la siguiente fase del método DSPM.

Esta consta de la *ardua tarea* de determinar *cuales características ve realmente el producto*, ya que los valores que se miden: tiempos, temperaturas, presiones, viscosidades, etc. y registran en la base de datos corresponden a *características simples y fáciles de medir*, pero la tarea consiste en determinar si al producto le afecta, por ejemplo, la *cantidad de calor* o la temperatura y el tiempo de permanencia por separado, tal como se han registrado los valores de estas características simples.

El producto suele reaccionar naturalmente a un conjunto de influencias funcionalmente interactuantes que no suelen tener en el área tecnológica ni un nombre que las identifique, y ahí reside uno de los principales problemas para entender a los complejos procesos químicos, térmicos, biológicos y similares, función que cumple a la perfección la metodología desarrollada por el autor denominada Dominio Sistémico de Procesos Multivariantes Dinámicos

2.12. Recopilación de los valores especificados:

En esta etapa se debe requerir toda la información respecto a valores especificados, en pautas, planos, estándares, etc., dado que la metodología DSPM determinará el grado de Aptitud de máquinas y procesos a fin de identificar cuales grupos de combinaciones de características, mediante el Dominio Sistémico del Proceso, permitirán obtener los valores deseados de media y dispersión de las Características de salida del mismo.

2.13. Verificación del grado de aptitud de las características

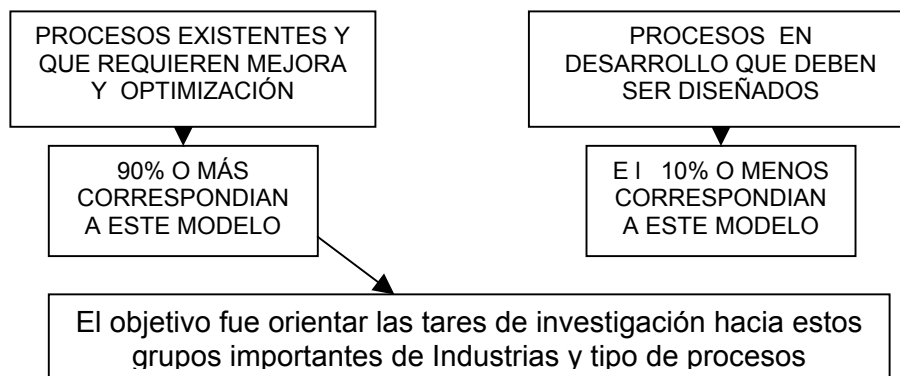
Determinados los niveles debemos ahora realizar un cálculo de la probabilidad que las Características de Entrada y Control puedan cumplir con las tolerancias naturales que el **proceso exige** para entregarnos los valores deseados de la Característica de Salida.

A esta altura la metodología DSPM genera las *Hipótesis de Base* para la etapa de verificación, en la cual deberá comprobar la eficacia consistente del conjunto de combinaciones que el proceso aceptará para entregarnos los resultados por nosotros esperados.

2.14. AREAS DE APLICACION Y ALCANCE DE LA METODOLOGIA DSP3

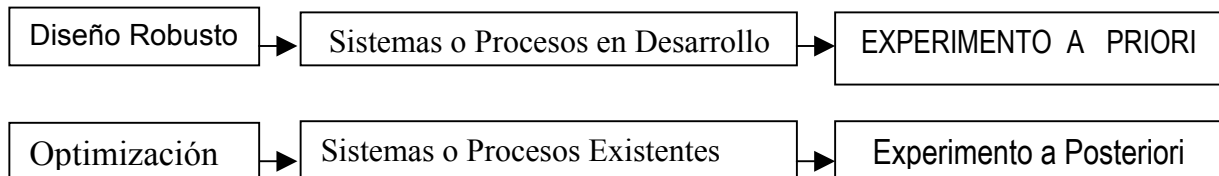
A partir de la década del 70, cuando iniciamos la aplicación de los métodos de Diseño de Experimentos advertimos rápidamente que los requerimientos de las organizaciones industriales se dividía en dos grandes grupos:

Figura N° 8



Al centralizarnos en este objetivo, rápidamente se puso de manifiesto la siguiente clasificación del conjunto de procesos existentes en nuestro medio.

Figura N° 2



La gran mayoría de los casos reales a los que nos abocamos correspondieron a la segunda clasificación, es decir a aquellos procesos estandarizados en los cuales hacía mucho tiempo que se intentaba optimizarlos y no se encontraba una metodología sistémica ni consistente que asegurara las mejoras, pese a utilizar los métodos de Correlación Múltiple, de Análisis de Multivarianza, método de Taguchi, etc.

Características de los dos tipos de Diseño y Optimización de Procesos:

Lo diferencial entre los dos tipos de procesos la podemos apreciar en las siguientes aclaraciones.

Experimentos a Priori:

En este tipo de Experimentación no se suele contar con experiencia real suficiente con lo cual los datos sobre los cuales se diseñará el experimento está basado en las **mejores hipótesis** que el grupo interdisciplinario pudo generar, lo cual no asegura que realmente sean tales.

En estas condiciones los modelos de experimentación utilizaran estas bases axiomáticas entregando soluciones cuya validez real para lograr el completo Dominio Sistémico del Proceso dependerá exclusivamente del grado de coincidencia que tales hipótesis tenga en relación a las realmente operantes.

Experimentos a Posteriori:

Cuando el Sistema o Proceso es existente y lo que se desea es su optimización, se cuenta la mayoría de las veces con mucha información histórica *que si es correctamente analizada e interpretada*, suele proporcionarnos hipótesis válidas para poder diseñar el plan de experiencias que nos acerque a soluciones mejores y más consistentes que en el pasado, dado que están basados en combinaciones que dieron resultados esperados.

En estos caso el aspecto negativo suele asociarse a que las modificaciones que se propongan implican un costo y el margen de error permitido en la elección de la nueva propuesta debe ser puesta a prueba mediante la etapa de verificación estadística y confirmación de los resultados positivos obtenidos en el reducido plan de experimentación.

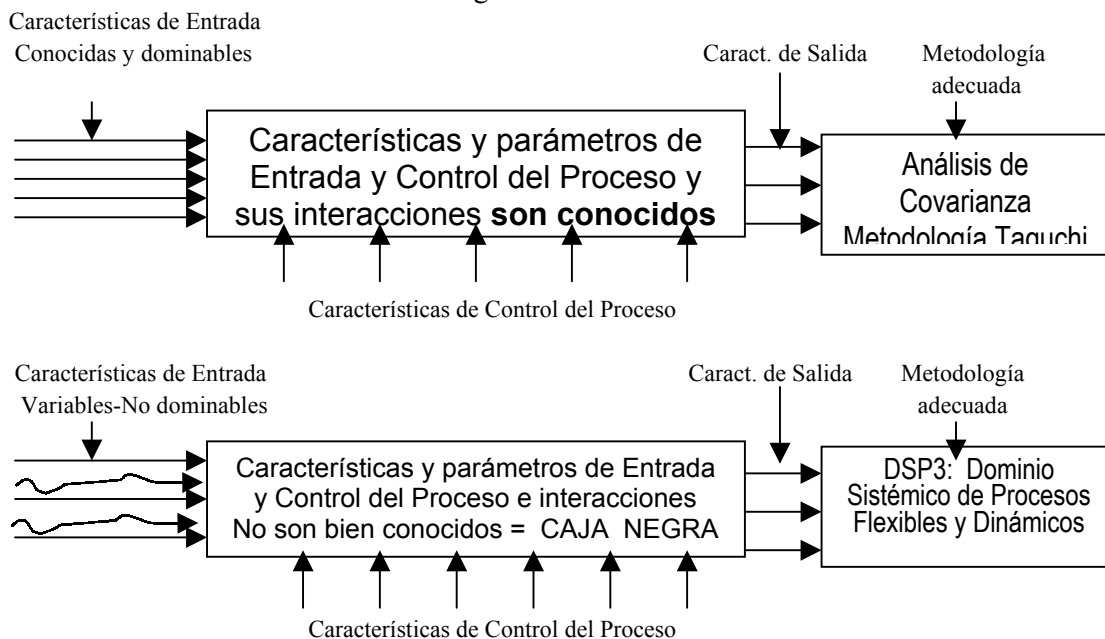
2.15 . En busca de la metodología eficaz requerida para Procesos Dinámicos:

Al analizar el porqué de esos resultados circunstanciales, poco consistentes, se llega a la conclusión que dichos procesos pertenecían a la categoría de **Procesos Dinámicos** en los cuales algunas características significativas, en especial las de Entrada al sistema, correspondiente a las materias primas, no eran totalmente dominables, con lo cual los modelos matemáticos no eran los adecuados para resolver este tipo de procesos con interfuncionalidad física entre sus variables.

Como se menciona en la página web de Taguchi (Buscador Altavista Octubre 2000): *“There are some situations which OA (Ortogonal Arrays) techniques can not be applied, such as process involving influencing factors that vary in time and cannot be quantified exactly such as process involving influencing factors that vary in time and cannot be quantified exactly”*

Lo cual nos llevó a la siguiente clasificación de tipos de procesos:

Figura N° 3



Resulta imprescindible lograr la correcta asignación de cada situación particular a fin de asegurar la solución efectiva por medio de la elección de la metodología apropiada para cada caso.

2.16. Axiomas extraídos de los procesos existentes (Optimización a posteriori)

La repetición de un patrón consistente en procesos existentes en procesos tan diversos como Siderurgia, Alimentación, Petróleo, Cementación, y en general en todo proceso en el cual las características de sus materias primas son variables y con baja probabilidad de mantenerlas estables dentro de pequeños entornos de variación.

Los axiomas comprobados han sido los siguientes:

- a. En dichos procesos el 80 al 95 % de lo producido suele cumplir con los requisitos establecidos por las especificaciones internas o externas.
- b. Alrededor del 10% suele estar en zonas marginales entre ok y nok. y
- c. Entre el 2 y 6% el producto suele estar fuera de los límites requeridos.

Esto dio origen al siguiente axioma:

Con esas mismas materias primas, máquinas, procesos y personal se pueden fabricarse tres tipos de Calidad: Buena, Regular y Mala

Lo que corresponde hacer es encontrar cuales han sido las diferentes formas de actuar y los valores utilizados en características de Entrada y Control del proceso que se han utilizado en cada caso.

A esta altura siempre hemos recibido la misma respuesta:

<i>No se preocupe Siempre hacemos lo mismo . con el proceso que está certificado</i>

Lo que no se toma en cuenta que un proceso que dependa de nada más que de diez variables, que poseen correlación funcional entre ellas, a tres niveles cada una de ellas (mínimo, centro y máximo especificado)

Generan 59049 combinaciones diferentes de proceso

Lo cual está en consonancia con el funcionamiento natural de las leyes físicas que están en funcionamiento en la mayoría de los procesos Continuos y tipo batch, por lo cual la aseveración habitual de los tecnólogos:

Siempre hacemos lo mismo . con el proceso que está certificado

Está en contra de las leyes naturales que implica que:

Si hacemos lo Mismo. . . obtendremos lo mismo.

La metodología empleada DSPM consta de los siguientes pasos fundamentales, si bien al final del presente material figura el Check List completo que orienta para la aplicación exitosa del modelo estadístico multivariable que estamos presentando DSPM.

- Verificación de la corrección de las mediciones realizadas a fin de asegurar que corresponden a valores reales de las características bajo análisis.
- Confección de una Base de Datos Relacional (BDR) que contenga valores reales de todas las características que actúan en el proceso, así como los de los parámetros de Control del proceso real y las características de Salida.
- Decodificación de todos los valores de las características registradas, en tres niveles de valor especificado: 1,2 y 3, con el objetivo de poder representar gráficamente varias características simultáneamente para visualizar sus interacciones físico funcionales.
- Ordenamiento de la Base de datos Relacional respecto de las variables de Salida.
- Análisis y representación gráfica de las respuestas y de las interacciones.

Dado el tiempo limitado de la exposición, presentamos a continuación las transparencias que serán proyectadas durante la misma, con la utilización del Demostrador DSP3, que será utilizado para que los presentes puedan comprobar:

- Cómo puede pasarse de un estado de *incertidumbre* respecto de cómo dominar al proceso a uno de dominio completo del mismo.
- Cómo este modelo DSP3 permite utilizar *especificaciones dinámicas, flexibles*, para absorber las variaciones de aquellas características, especialmente de Entrada, que no son dominables por la empresa.
- Cómo es posible adaptar un proceso para que absorba inteligentemente la variabilidad de alguna de sus características por grado de dificultad o costo.

2.17. Primera fase:

Luego de haber verificado los valores registrados en cada producción o lote, se registran en la Base de Datos Relacional y decodificado los valores reales de las características, nos encontraremos con una imagen semejante a la siguiente:

Figura N° 4

DISEÑO DEL EXPERIMENTO						
	Parámetros de		Control del proceso			SALIDA
CARACTERISTI	3	4	5	6	7	
	Mat.activa	Azufre	Fosforo	Acidez	Cromo	Resultad
1	1	1	3	3	3	6,0
2	1	2	2	3	2	7,2
3	1	3	1	2	3	8,0
4	1	1	3	2	2	8,5
5	2	2	2	2	3	9,2
6	2	3	1	3	2	10,0
7	2	1	3	1	1	12,8
8	2	2	2	3	1	10,0
9	3	3	1	1	3	12,8
10	3	1	3	1	2	13,0
11	3	2	2	2	1	12,2
12	3	3	1	1	1	16,0

2.18. Segunda fase:

Partiendo de los registros de la anterior tabla de registro de datos de lotes o batchs producidos se procesa dicha información obteniendo la siguiente Tabla de Respuesta la que representa la síntesis de las leyes estadísticas del comportamiento natural de un proceso, y como a partir de ellas resulta posible el *Dominio Sistémico* del mismo, demostrando la operativa para obtener finalmente, pero fijados a priori, los deseados valores de la Característica de Salida, lo cual prueba como transitar de la etapa convencional de Control y Corrección ante la presencia de anomalías, a la etapa de prevención de las mismas por medio del Dominio del proceso.

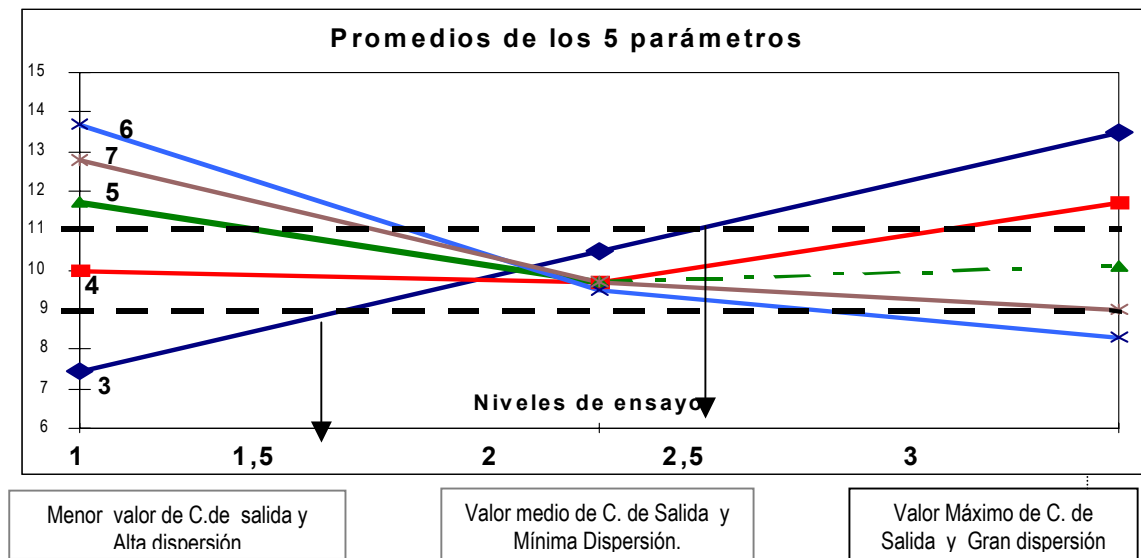
Figura N° 5

TABLA DE RESPUESTA						
CARACTERIST.	3	4	5	6	7	
Niveles	Mat.activa	Azufre	Fosforo	Acidez	Cromo	Promedios
1	7,42	10	11,7	13,7	12,8	11,12
2	10,5	9,7	9,7	9,5	9,7	9,82
3	13,5	11,7	10,1	8,3	9	10,52
Media =	10,47	10,47	10,5	10,5	10,5	10,488
Rango =	6,1	2	2	5,4	3,8	3,86
Cv =	0,58	0,19	0,19	0,51	0,36	0,37
Nueva Espec.	1,5 - 2,0	1,0 - 2,5	1,5 - 3,0	2,2 - 2,5	1,5 - 2,0	

2.19. Tercera fase:

Análisis gráfico de las respuestas analíticas de la Tabla anterior donde se visualizan las correlaciones funcionales múltiples ente las características del proceso y de Salida.

Figura N°



En la figura anterior las líneas horizontales punteadas corresponden a las límites especificados para la característica de Salida cuya escala vertical informa de sus valores, considerando los límites deseados entre 9 y 11.

Las especificaciones Naturales Aceptadas por el propio Proceso, en función del accionar de dichas leyes físico químicas se obtienen, en este caso gráficamente, pero el DSPM lo ejecuta en forma analítica, donde cada una de las curvas representativas de las cinco características, de este ejemplo, cortan con dichos límites y proyectando dichas intersecciones hacia el eje de abscisas se determinan los entornos dentro de los cuales, cualquier combinación de valores generará que la característica de salida se encuentre siempre, dentro de sus valores especificados.

Ofrece además la información sobre cuales combinaciones entregarán la mínima dispersión, en forma natural y sin costo adicional.

El funcionamiento flexible y adaptativo del método DSPM permite, por lo tanto, diseñar un proceso particular que asegure la obtención, a priori, de los valores deseados de la característica de Salida, al compensar tecnológica y funcionalmente la circunstancial variación, no gobernable, de alguna de las características de Entrada o de Control del Proceso, es decir que es un modelo donde tendremos a disposición una Familia de Procesos, con el conocimiento de cual de dichas modalidades deberá ser aplicada en caso particular.

Así funcionó **siempre** el conjunto de Leyes Naturales y su transgresión ocasiona lo que acontece en nuestros procesos: Creemos hacer lo mismo y en un mismo turno se presentan diferentes conjuntos de combinaciones de los parámetros que ocasionan diferentes respuestas.

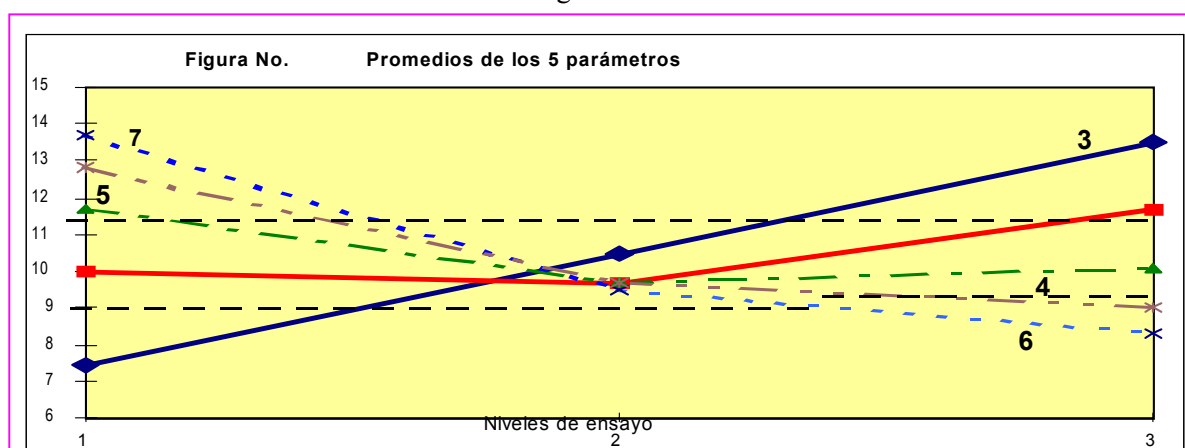
Todo esto se podrá comprobar durante la presentación mediante la utilización del *Demostrador de DSPM*, diseñado por el autor, para verificar la eficacia de esta metodología, especialmente diseñada para procesos multivariantes dinámicos con características cuya variación no suele ser controlable por la empresa cliente.

2.20. Cuarta fase:

La siguiente representación gráfica, basada en los datos analíticos de la tabla de registro de los valores de los ensayos o lotes producidos permite visualizar claramente como ésta metodología DSPM permite detectar y aplicar las denominadas **Especificaciones Naturales Flexibles y Dinámicas** que actúan permanentemente en nuestros procesos en los cuales existen *interacciones funcionales* entre las características intervinientes en el mismo.

Esto permite al tecnólogo identificar y elegir *aquel grupo de combinaciones* de valores de las características significativas que son **admitidas naturalmente** por las propias leyes naturales que gobiernan al proceso que se desea Dominar, lo cual se aprecia claramente en la siguiente gráfica..

Figura N° 7



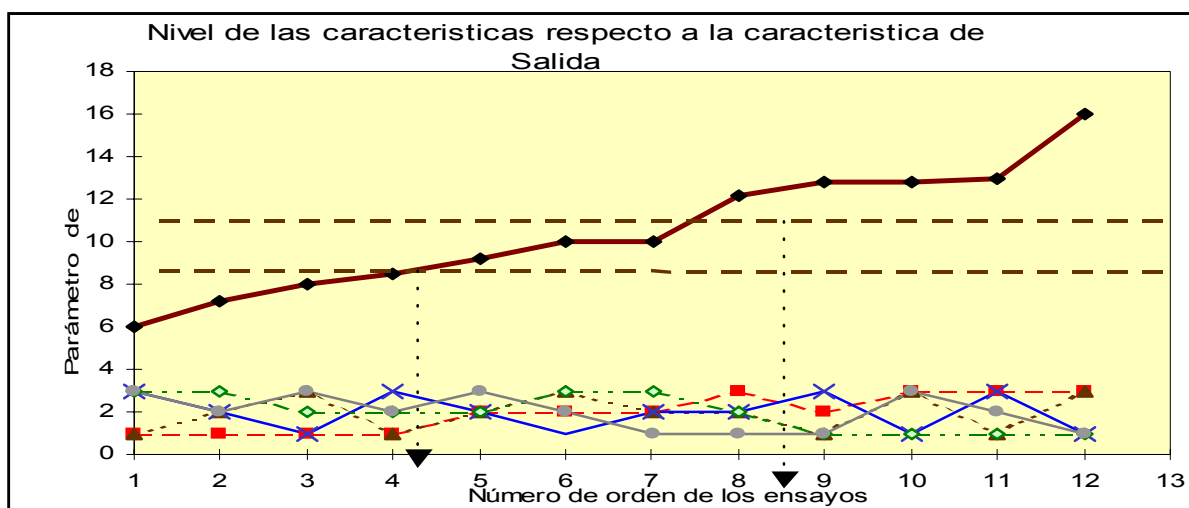
2.21. Quinta fase:

Esta última fase permite demostrar lo incorrecta de aplicar las axiomas de las estadística aplicada habitualmente al control de los procesos, cuando estas han sido diseñadas para ser aplicadas a características o parámetros independientes entre sí, que no guardan relación funcional con ninguna otra.

En tanto que en los proceso reales industriales, la mayoría de ellos mantiene correlación funcional que ocasiona que los resultados finales de la característica de Salida No dependa de los valores individuales de cada una de las características de Entrada y/o de Control del proceso sino del patrón de las Combinaciones que las mismas configuran.

A menos que se apliquen estos conceptos no es posible lograr el dominio consistente de los procesos. La siguiente figura ilustra claramente esta situación:

Figura N° 8



3.0. CONCLUSIONES:

Sintetizando podemos decir que esta metodología DSPM, Dominio Sistémico de Procesos Multivariantes Dinámicos, ha mostrado su eficacia al cubrir un enorme espacio vacío dentro de la tarea de optimizar, a ese porcentaje mayoritario de Empresas con *procesos dinámicos existentes* que, dependiendo de la variabilidad natural de las material primas utilizadas *y sin posibilidad de dominar* su variación, deben aceptar consistentemente, un costoso porcentaje de retrabajos, detenciones, scrap, etc. que van en perjuicio directo de su competitividad y rentabilidad.

Las principales características del modelo DSPM presentado se sintetiza en:

- Intervienen gran cantidad de variables de Entrada y Control del Proceso, las que presentan interacciones funcionales entre ellas y sus valores individuales pueden presentar variabilidad, *insensibilizando* al proceso, dinámicamente flexible, con lo cual en vez de obtener *una única combinación* ideal de valores
- Para dominar el proceso, la metodología DSPM, desarrollada por el. autor, ofrece *múltiples combinaciones inmediatas* cuando alguna de las características presentan valores diferentes a los niveles especificados o a los obtenidos como resultado de los estudios de Diseño Estadístico de experimentos Convencional.
- Pese a que los profesionales consideran conocerlo a fondo, en realidad suelen quedar muchas lagunas o los conocimientos suelen ser de tipo genérico y cualitativo, pero nunca se verificaron científicamente, por lo cual, en realidad se desconocen las relaciones cuantitativas de dichas interacciones funcionales.
- Las características tecnológicas de procesos continuos o tipo batch suelen ser difíciles de modificar para que se adapten a las exigencias de los diseños de experimentos con base puramente matemática.

22. Check List para aplicación de la metodología DSP3

La siguiente puede servir de guía para instrumentar y aplicar la metodología de Dominio Sistémico Rentable de Procesos, si bien la realización de cada una de sus fases requiere de la aplicación de nuevas herramientas, metodologías de análisis, la aplicación de la Estadística Fenomenológica y una buena dosis de experiencia en la observación, análisis e interpretación de fenómenos multivariantes.

Check list de pasos requeridos para el DSP 3

	Fecha de cumplimiento			
	S	I	P	T
1. Introducción y objetivos del DSP 3 (Dominio Sistémico de Procesos)				
2. Estadística Industrial Cualitativa.....				
3. Clasificación de las características: Mayor, Centro o Mínimo =Mejor				
4. Descripción de medios de control p/C. de Entrada,Control, Salida				
• Confección métodos de medición Caract. De Entrada, Control y Salida				
• Confección del diagrama de Flujo				
• Detección de las Características de: Entrada, Control y Salida				
• Descripción de medios de control p/C. de Entrada,Control, Salida				
• Confección métodos de medición Caract.de Entrada, Control y Salida				
• Cálculo del R&R de las características significativas				
• Relevamiento en Tiempo Real y Verificación de realidad física.				
• Confección de la base de datos				
• Definir las interrelaciones funcionales por medio de planilla QFD.....				
• Recopilación de especificaciones y algoritmos especiales.....				
5. Recolección de datos				
6. Análisis de los patrones de Forma y de Secuencia				
7. Análisis tecnológico de la información				
8. Detección y elección de las combinaciones óptimas.....				
9. Determinación del grado de aptitud de las caract. significativas				
10. Generación de hipótesis. Diseño y realización de Experimentos				
11. Tests de contraste de los diferentes resultados obtenidos.				
12. Nuevos valores especificados. Tests de confirmación.....				
13. Control técnico - estadístico de características significativas				
14. Auditoría del sistema de Control del proceso.				
15. Benchmarking y plan de Mejora Continua.....				

Calificación: Sin realizar, Iniciado, en Proceso, Terminado

C:\Bibliog\Multiva\checklist.ppt

IDITEC -Instituto de Investigaciones tecnológicas

Email: iditec@sinectis.com.ar

IDITEC

Instituto de Investigaciones Tecnológicas



**METODOLOGIA ESTRUCTURADA BASADA
EN EL ENFOQUE ESTADISTICO-TECNICO DE
LOS PROCESOS CONTINUOS Y TIPO BATCH
PERMITIENDO EL DOMINIO DE LOS MISMOS**

Gonzalo Rubio Longás

Realizado: Noviembre '87

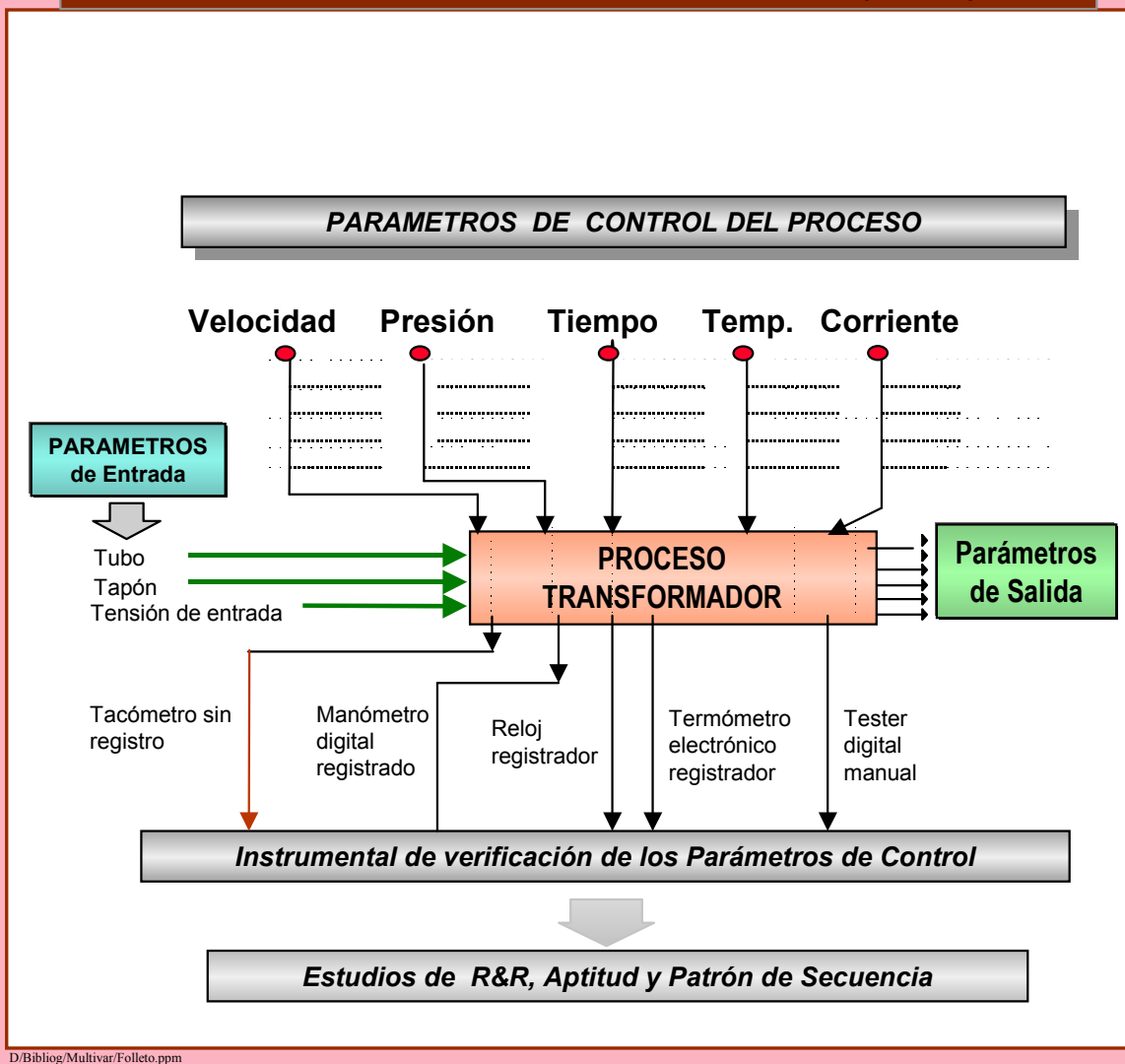
Maipú 654 (1704) Buenos Aires R. Argentina TE/Fax: (05411) 4654 - 5484
Email: iditec@sinectis.com.ar

DOMINIO TECNOLÓGICO DE LOS PROCESOS (DSP III)

La metodología DSPIII, estructurada en base al conocimiento profundo de las leyes físicas que actúan, con correlación funcional múltiple, en los procesos industriales continuos y tipo batch, permite la captación de información y el procesamiento adecuado para lograr el necesario conocimiento para poder gobernarlos.

La aplicación de herramientas estadísticas especialmente diseñadas para conocer las interacciones funcionales, las relaciones funcionales de las características de Entrada, Salida y de Control interno del proceso, permiten acceder al conocimiento necesario para lograr el dominio de los complejos procesos continuos y tipo batch.

OPTIMIZACIÓN Y DOMINIO TECNOLÓGICO-ESTADÍSTICO DE PROCESOS CONTINUOS Y TIPO BATCH (DSP III)



A quién va dirigido ?

A profesionales y técnicos responsables de la optimización de sus diseños, procesos, productos y servicios que requieran alcanzar dichos objetivos por medio de una metodología tecnológico estadística desarrollada para este tipo de proceso y que permite el dominio de estos procesos multivariantes.

Qué cabe esperar de la aplicación del DSP III ?

Aprender y poder aplicar ésta moderna metodología en su empresa con resultados tangibles y evaluables en forma objetiva, permitiendo modificar la manera de encarar las tareas de optimización desde un enfoque físico con asistencia de modelización matemática y experimentación industrial.

AREAS INDUSTRIALES DE APLICACION DEL DSP III

*Procesos batch
y continuos :*

**Alimentación
Automotriz
Bebidas
Caucho-Plásticos
Electrónica
Electrodomésticos
Farmacéutica
Papelería
Petrolera
Petroquímica
Siderurgia
Etc..**

D/Bibliog/Multivar/Folleto.ppm

Optimización y Dominio de Procesos (DSP III)

ETAPAS DE LA IMPLEMENTACION



BIBLIOGRAFÍA RELACIONA CON PROCESOS MULTIVARIABLES

- * Importancia de la utilización de métodos multivariables en la evaluación de publicaciones periódicas : aplicación práctica en una biblioteca ...
dois.mimas.ac.uk/DoIS/data/Papers/julmnibkd2438.html - 10k -
- * Hermite Interpolation in Multivariables. Subject: Hermite Interpolation in Multivariables; From: Joel Bowman <bowman@euch4e.chem.emory.edu>; ...
www.csc.fi/math_topics/Mail/NANET00-4/msg00041.html - 3k -
- * Factorisation spectrale pour les systèmes multivariables à paramètres répartis. Dates, octobre 1983 -. Unités, Unité Optimisation et Contrôle. ...
www.fundp.ac.be/recherche/projets/fr/83271301.html - 9k - 22 Nov 2003
- Catalogue ENSEIRB : Espace état - Commandes robustes ...Ce module figure dans l'UV : E5AM-B (Espace état - Commandes robustes multivariables). Résumé. ...
www.enseirb.fr/syllabus/index.php/uv/E/E5/E5AM-B.html - 6k - 22 Nov 2003
 - Commande Robuste et Systèmes Multivariables laui.univ-poitiers.fr/control/ - 1k
 - ING 105 - Fonctions multivariables - Université de Sherbrooke ING 105. Fonctions multivariables. www.usherbrooke.ca/Programmes/cours/ING/ing105.htm - 4k -
 - Commande robuste des systèmes multivariables (journal européen des systèmes automatisés). ...
www.lavoisier.fr/notice/fr2746202040.html - 17k - 22 Nov 2003 - En caché - Páginas similares
 - Systèmes multivariables I, édition Octobre 2003, disponible à la vente des cours sous forme imprimée ou ci-dessous sous forme électronique (toute ... laptop.epfl.ch/Jahia/site/laptop/cache/offonce/pid/10666 - 30k -
 - *THEORIE ALGEBRIQUE DES SYSTEMES LINEAIRES STATIONNAIRES MULTIVARIABLES F. CHAPLAIS Centre d'Automatique de l'Ecole des Mines de Paris 35 rue Saint-Honor ... cas.ensmp.fr/~chaplais/FTP/Cours_Systemes/Theorie_des_systemes.pdf -
 - THEORIE ALGEBRIQUE DES SYSTEMES LINEAIRES STATIONNAIRES MULTIVARIABLES F. CHAPLAIS Centre d'Automatique de l'Ecole des Mines de Paris 35 rue Saint-Honor'e ... cas.ensmp.fr/~chaplais/FTP/Cours_Systemes/Table.pdf - Páginas similares
 - RPM. Régulation des procédés multivariables. Retour vers la page contrôle commande avancé des procédés. Retour vers la page ... www.poleira.com/Formations/fcc/cat2003/
 - RPM. Régulation des procédés multivariables. Retour vers la page automatique avancée Retour vers la page automatique avancée. OBJECTIFS.
www.poleira.com/Formations/fcc/cat2004/automatique_avancee/rpm.htm -
 - * Systèmes multivariables I Formato de archivo: PDF/Adobe Acrobat - Versión en HTML et de recherche Destiné aux étudiants des sections de Génie ..
www3.epfl.ch/pdf_files/SMI/0-SysMulti.pdf - Páginas similares

- MEDIDAS DE ASOCIACIÓN BIVARIABLES Y MULTIVARIABLES
Bibliografía: TECNICAS de INVESTIGACION SOCIAL. 33. MEDIDAS DE ASOCIACIÓN BIVARIABLES Y MULTIVARIABLES. Indice General. ...
selene.uab.es/mytis/btis33a.htm - 40k - En caché - Páginas similares
 - MEDIDAS DE ASOCIACIÓN BIVARIABLES Y MULTIVARIABLES. (b)
Bibliografía: TECNICAS de INVESTIGACION SOCIAL. 33. MEDIDAS DE ASOCIACIÓN BIVARIABLES Y MULTIVARIABLES. (b), Indice General. ...
selene.uab.es/mytis/btis33b.htm - 32k - En caché - Páginas similares
 - HERE'S LOOKING AT MULTIVARIABLES JAN DE LEEUW A BSTRACT .
In this paper we ... discrete values. 2.4. Multivariables. The most ...
gifi.stat.ucla.edu/work/courses/240/general/koeln.pdf - Páginas similares
 - Représentation d'état des systèmes multivariables définis par des matrices de transfert. next up
previous contents Next: 3.1 ...
www.supaero.fr/page-perso/autom/alazard/docHTML/cours_rep/node23.html - 5k
 - Control Robusto de Sistemas Multivariables Primer Semestre Formato de archivo: PDF/Adobe
Acrobat - Versión en HTML
 - NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE Control Robusto de
Sistemas Multivariables
 - CICLO CLAVE DE LA ASIGNATURA Primer Semestre (Optativa) CS-430 ...
www.ipicyt.edu.mx/eipicyt/nuevoposgrado/descripciondematerias/CS430.pdf -
-