

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LAS  
LÍNEAS JUNTAS FIJAS (MÁQUINA FDF) Y TULIPAS (MÁQUINA EFD) EN  
TRANSEJES – TH DE COLOMBIA, MEDIANTE APLICACIÓN DE SOFTWARE  
DE RASTREO CONTINUO DE VARIABLES CRÍTICAS DEL TEMPLE**

**CLAUDIA BUSTAMANTE PINEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA  
2011**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LAS  
LÍNEAS JUNTAS FIJAS (MÁQUINA FDF) Y TULIPAS (MÁQUINA EFD) EN  
TRANSEJES – TH DE COLOMBIA, MEDIANTE APLICACIÓN DE SOFTWARE  
DE RASTREO CONTINUO DE VARIABLES CRÍTICAS DEL TEMPLE**

**CLAUDIA BUSTAMANTE PINEDA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniera Metalúrgica**

**Director**

**Ing. DIANA YAZMIN CASERTA CÁRDENAS**

**Coordinadora de Tratamientos Térmicos Calidad y Procesos Transejes -THC**

**Codirector**

**PhD. ORLANDO JOSÉ GÓMEZ MORENO**

**Profesor de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA**

**2011**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la sabiduría, valentía y fortaleza para llegar a la meta en este largo camino, a mi hijo **Jhoan Steven** quien es la razón de mi existir, a mis padres **Juan y Socorro** que con su amor, esfuerzo y dedicación formaron lo que soy hoy, a mis hermanos **Diego y Fabio** por brindarme su apoyo y comprensión en el momento indicado, a mi esposo **Oscar Montañez** por su voto de confianza y apoyo incondicional, este triunfo es de los dos, al profesor **Orlando José Gómez** por sus valiosas enseñanzas, a la Ingeniera **Diana Caserta** por su apoyo y motivación y a todos y cada una de aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto.*

*Claudia Bustamante Rineda*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales y su Director el Ing. Orlando Aguirre y cada uno de los profesores que hicieron posible mi formación profesional como ingeniera.

A Transejes –THC, Área de Calidad y procesos, Recursos Humanos, Laboratorio de calidad, Área de Mantenimiento y personal de planta.

Al Dr. Nicolás Duarte, Presidente de la compañía, por brindarme la oportunidad de afianzar mis conocimientos en esa excelente escuela profesional que es Transejes, al Ing. Mario Morales, Gerente del Área de Calidad y Procesos y a la Ing. Diana Caserta por creer en el proyecto y brindarme su apoyo, al Ing. Jaime Castillo, al Ing. Félix Germán y el Técnico Gregorio Hernández por sus valiosos aportes, y por su mano amiga, a los ingenieros Ariel Vega, Francisco Manosalva, Victor Campillo, Gustavo Mina, Elkin Díaz, y cada una de las personas que conforman las líneas de Juntas Fijas, Tulipas y el Taller por su tiempo, orientación y colaboración.

A Jaime Dominguez, Freddy Gómez, Manuel Ordoñez por brindarme su conocimiento en interpretación de planos de piezas.

A Cristian Villamizar y su equipo de trabajo por su apoyo Sistemático en Programación y automatización

A la Familia Montañez Quijano por su apoyo y motivación incondicional, en especial a Doña Gloria.

A mis amigos de la “Oficina”, por aquellos momentos inolvidables, a Leidy, Edwin, Rafael, Nelson, Juan Carlos, Layla, Giovanni, Javier, Luis Eduardo, por estar en los momentos que más se necesitan los amigos.

A todos aquellos familiares y amigos que contribuyeron de una u otra forma en la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	22
1.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	23
2.1. MISIÓN	24
2.2. VISIÓN	24
2.4 ENTORNO EMPRESARIAL INTERNO	25
2.4.1. Capital.	25
2.4.2. Ventas.	26
2.5. OPERACIONES, TRABAJADORES Y PRODUCTOS	26
2.5.1. Transejes, Girón, (Santander)	26
2.5.2. Forcol, Girón (Santander)	26
2.6. MERCADO Y CLIENTES	27
2.6.1. Entradas.	27
2.7. UBICACIÓN	28
2.8. POLÍTICA DE CALIDAD	28
3. MARCO TEÓRICO	29
3.1. PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN	29
3.1.1. Calentamiento por Inducción.	29
3.1.2. Temple de un Acero	31
3.1.3. Temple Superficial por Inducción	32
3.1.4. Revenido	33
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS, PRODUCIDAS EN LAS LINEAS JUNTAS FIJAS Y TULIPAS	34

3.2.1. Eje homocinético	34
3.2.2. Acero utilizado para la fabricación de Juntas fijas y Tulipas.	37
3.3. DESCRIPCIÓN MÁQUINAS DE TEMPLE POR INDUCCIÓN DE LAS LÍNEAS JUNTAS FIJAS Y TULIPAS	38
3.3.1. Máquina FDF de temple por inducción juntas fijas.	38
3.3.2. Máquina de temple por inducción efd tulipas.	42
3.4. DESCRIPCIÓN SOFTWARE DE MONITOREO	44
3.4.1. SCADA (Supervisory Control and Data Adquisition)	45
3.4.2. PLC (Programable Logic Controler).	47
3.4.3. Runtime	48
3.4.4. Panel de Control	49
3.4.5. Estación Remota.	50
4. METODOLOGÍA EMPLEADA	51
4.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DEL ESTADO DEL ARTE	51
4.2. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS Y PLANTEAMIENTO DE MEJORAS	52
4.3. IMPLANTACIÓN DE MEJORAS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS	52
4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS Y EMISIÓN DE TRANGOS DE TRABAJO	52
4.5. ELABORACIÓN DE MANUALES Y AYUDAS VISUALES	52
4.6. CAPACITACIÓN A OPERARIOS E IMPLANTACIÓN DE AYUDAS VISUALES	53
4.7. SEGUIMIENTO A LAS MEJORAS	53
5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES	54
5.1. REALIZACIÓN DE PRUEBAS	55
5.1.1 Pruebas realizadas en la máquina FDF (Juntas Fijas)	56
5.1.2 Pruebas realizadas en la Máquina EFD (tulipas).	61
5.2. PROCESAMIENTO DE DATOS Y EMISIÓN DE RANGOS	69
5.2.1. Procesamiento de Datos	69
5.2.2. Definición de rangos de trabajo.	76
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	87
7. CONCLUSIONES	91

8. RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	98

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Instalaciones Transejes – THC Girón - Bucaramanga	23
Figura 2. Bobina y campo magnético generado al circular la corriente	29
Figura 3: Ejemplo de Calentamiento por Inducción	30
Figura 4. Transformación estructural de la Martensita	32
Figura 5. Eje homocinético	34
Figura 6. Prototipo modelo de un automóvil con sus partes de tracción	35
Figura 7. Modelo de junta fija y sus partes	36
Figura 8. Modelo de tulipa y sus partes	37
Figura 9. Máquina de Temple por Inducción Línea Juntas Fijas	39
Figura 10. Estación 1: Temple Campana Línea Juntas fijas	41
Figura 11. Estación 2: Temple Vástago Línea Juntas fijas	41
Figura 12. Máquina de Temple por Inducción Línea Tulipas	42
Figura 13. Estación 1: Temple Vástago Tulipas	43
Figura 14. Estación 2: Temple Pista Tulipas	44
Figura 15. a) SCADA Máquina Juntas Fijas Estación 1, Temple Vástago	46
Figura 14. b) SCADA Máquina Juntas Fijas Estación 2, Temple Campana	46
Figura 16. a) SCADA Máquina Tulipas Estación 1, Temple Vástago	47
Figura 16. b)SCADA Máquina Tulipas Estación 2, Temple Pista	47
Figura 17. a) Visualización gráficas del runtime en un intervalo de 105 minutos	49
Figura 17. b) Visualización tabla resumen en un intervalo de 10 minutos	49
Figura 18. Paneles de Control Máquinas FDF (Juntas) y EFD (Tulipas)	50
Figura 19. Estación remota – Software de Monitoreo oficinas Transejes -THC	50
Figura 20. Esquema general de la metodología empleada.	51
Figura 21. Corte transversal Vástago Junta Fija - Twingo	57
Figura 22. Imagen Máquina Magnatest – Línea Juntas Fijas	59
Figura 23. Prueba de Corriente, Potencia y Voltaje Máquina EFD – puesto 2	63
Figura 24. Corte Pieza Mayor corriente Máquina EFD - Tulipas	65

Figura 25. Corte pista tulipa AVEO – prueba de potencia	67
Figura 27. Gráfica Velocidad de Giro Máquina FDF	70
Figura 28. Gráfica Temperatura Medio de Temple Máquina FDF	71
Figura 29. Filtro de datos Estación 1 y 2 Máquina EFD - Tulipas	73
Figura 30. Ejemplo Base de datos después del filtro para Máquinas FDF Y EFD	74
Figura 31. Ejemplo Cálculo de Límites de control según software	77
Figura 32. Gráficas Límites de control de variables - Máquina EFD – Puesto 1	78

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables críticas monitoreadas por el Software - Línea Juntas Fijas	39
Tabla 2. Variables críticas monitoreadas por el Software - Línea Tulipas	43
Tabla 3. Actividades planteadas para corrección y mejora	54
Tabla 4. Prueba de corriente Máquina FDF	56
Tabla 5. Resultado Mediciones Vástago Junta Fija Twingo	58
Tabla 6. Datos prueba mayor corriente Máquina EFD	62
Tabla 7. Resultado Mediciones Campana y Vástago Tulipas	64
Tabla 8. Resultado Mediciones Variación de potencia Maquina EFD – P1	66
Tabla 9. Resultado Mediciones Variación de potencia Maquina EFD – P2	66
Tabla 10. Modelos y números de parte seleccionados para el estudio Máquina FDF	75
Tabla 11. Modelos y números de parte seleccionados para el estudio – Máquina EDF	76
Tabla 12. Rangos de Trabajo Aplicación Aveo - Máquina FDF	81
Tabla 13. Rangos de Trabajo Aplicación Optra – Máquina FDF	82
Tabla 14. Rangos de Trabajo Aplicación Twingo – Máquina FDF	82
Tabla 15. Rangos de Trabajo Aplicación Spark – Maquina FDF	82
Tabla 16. Rangos de Trabajo Aplicación Corolla – Máquina FDF	82
Tabla 17. Rangos de Trabajo Aplicación Corolla – Máquina FDF	83
Tabla 18. Rangos de Trabajo Aplicación Fiesta – Máquina FDF	83
Tabla 19. Tabla Resumen de Rangos Máquina FDF	83
Tabla 20. Rangos de Trabajo Aplicación Aveo – Máquina EFD	84
Tabla 21. Rangos de Trabajo Aplicación Optra – Máquina EFD	84
Tabla 22. Rangos de Trabajo Aplicación Logan – Máquina EFD	84
Tabla 23. Rangos de Trabajo Aplicación Megane – Máquina EFD	84

Tabla 24. Rangos de Trabajo Aplicación Vitara – Máquina EDF	85
Tabla 25. Rangos de trabajo Aplicación Fiesta - Máquina EDF	85
Tabla 26. Rangos de trabajo Aplicación Spark - Máquina EDF	85
Tabla 27. Tabla Resumen de Rangos Máquina EDF	86

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. CERTIFICADO DEL ACERO UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DEJUNTAS FIJAS	99
ANEXO B. CERTIFICADO DEL ACERO UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TULIPAS	101
ANEXO C. LAYOUT DE LA RED PROFIBUS – SOFTWARE DE MONITOREO	103
ANEXO D. ESQUEMA HIDRÁULICO DEL CAUDAL MÁQUINA FDF	104
ANEXO E. ESQUEMA HIDRÁULICO DE CAUDAL MÁQUINA EFD	105
ANEXO F. INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS	106
ANEXO G. INSTRUCTIVO MANEJO PANEL DE CONTROL MÁQUINA FDF	129
ANEXO H. AYUDAS VISUALES MÁQUINA FDF	141
ANEXO I. AYUDAS VISUALES MÁQUINA EFD	146

## GLOSARIO

**Tulipa:** Autoparte que conforma el eje homocinético del lado de la caja de cambios en la tracción de un automóvil, su nombre real es junta móvil, pero es conocida como tulipa por la forma semejante a este tipo de flor.

**Junta fija:** Autoparte que conforma el eje homocinético del lado rueda en la tracción delantera de un automóvil.

**Carta de Puesta a Punto:** Documento interno de la organización para definir la preparación de las máquinas al inicio de cada turno antes de comenzar la producción.

**Plan de control de producción:** Conjunto de documentos internos que definen a plenitud las especificaciones procedimentales de cada uno de los procesos de la organización, sirviendo como guía única para el responsable o encargado del mismo.

**Secuencia de fabricación:** Documento interno que define la programación de la producción de acuerdo a la demanda.

**Eje Homocinético:** Es un componente de tracción que une la caja de cambios con las ruedas delanteras del automóvil, transmitiendo movimientos y fuerza del motor sin modificar la velocidad de giro que reciben ni la fuerza que los impulsa.

**CIM:** Sigla que traduce *Manufactura Integrada por computador*, la cual como su nombre lo indica, busca integrar todos los pasos de un proceso de manufactura en un sistema, mediante la automatización y control de todas sus variables.

**Red Profibus:** Es una forma de cableado que especifica las características técnicas y funcionales de un sistema basado en un bus de controladores digitales

descentralizados, que pueden ser conectados entre si desde el nivel de campo, al nivel de control.

**SCADA:** Es un sistema de instrumentación electrónica comercial que envía y recibe señales por medio de sensores específicos industriales instalados en la planta, que tienen por objetivo la recopilación de información, para enviarla a un programa de computación.

**PLC:** Sigla que traduce la frase Controlador Lógico Programable, el cual tiene la función de controlar la lógica de funcionamiento de máquinas, planta y procesos industriales procesando y recibiendo señales digitales y analógicas.

**Runtime:** se denomina al tiempo de ejecución o intervalo de tiempo en el que el software de monitoreo se ejecuta en un sistema operativo, en intervalos de tiempo seleccionados por el operador de la estación remota, el cual decide cuando inicia y cuando finaliza, enviando una señal al sistema operativo.

**Set point:** Punto de ajuste de alguna variable de un sistema de control automático.

**Magnatest:** Equipo que genera campos magnéticos aplicados a una pieza con el fin de verificar propiedades como tamaño de grano, dureza superficial, y capa penetrada mediante parámetros de comparación de altas y bajas frecuencias.

**Minitab Release 13.32:** Paquete estadístico que abarca todos los aspectos necesarios para el aprendizaje y aplicación de la estadística general como lo son el análisis descriptivo, contrastes de hipótesis, regresión lineal y no lineal, series temporales, análisis de tiempos de fallo, control de calidad, análisis factorial, entre otros.

## RESUMEN

**TITULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN EN LAS LÍNEAS JUNTAS FIJAS (MÁQUINA FDF) Y TULIPAS (MÁQUINA EFD) EN TRANSEJES – TH DE COLOMBIA, MEDIANTE APLICACIÓN DE SOFTWARE DE RASTREO CONTINUO DE VARIABLES CRÍTICAS DEL TEMPLE\*.**

**AUTOR: CLAUDIA BUSTAMANTE PINEDA\*\***

**PALABRAS CLAVES:** Software de Monitoreo, Junta Fija, Tulipa, Variables críticas de temple, Rangos de trabajo, Tratamiento térmico de temple por inducción.

### DESCRIPCIÓN:

En el proceso de fabricación de piezas que intervienen en la tracción delantera de un automóvil, es tan importante el proceso de forja y mecanizado, así como el proceso de tratamiento térmico para conseguir las características mecánicas y metalúrgicas que proporcionen la mayor resistencia y vida útil del automotor.

Por eso Transejes – THC en busca de la mejora de sus procesos implementó un proyecto donde por medio de un software de rastreo continuo de variables críticas del tratamiento térmico de temple por inducción, logró estandarizar el proceso. Se implementó una base de datos y se establecieron rangos de trabajo de cada una de las variables, tomando siete modelos o números de parte, de las líneas de juntas fijas y tulipas, realizando una serie de pruebas con el software en la planta y en la estación remota, donde logró el control de algunas de esas variables y planteó mejoras para otras.

Finalmente, mediante capacitación a operarios de las líneas de juntas fijas y tulipas implementó las mejoras y planteó recomendaciones para obtener la mayor eficiencia del proceso en conjunto con el software para un futuro y elaboró manuales de operación y manejo de los paneles ubicados en las máquinas de la planta, así como del software de monitoreo.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Tutor: Ing. Diana Yazmin Caserta Cárdenas.  
Cotutor: PhD. Orlando José Gómez Moreno

## ABSTRACT

**TITLE: IMPROVING THE PROCESS OF INDUCTION HARDENING IN LINES, JOINTS FIXED (MACHINE FDF) AND TULIPS (MACHINE EFD) IN TRANSEJES-TH DE COLOMBIA THROUGH APPLICATION OF CONTINUOUS TRACKING SOFTWARE FOR CRITICAL VARIABLES OF HARDENING\*.**

**AUTHOR: CLAUDIA BUSTAMANTE PINEDA\*\***

**KEY WORDS:** Monitoring Software, fixed joint, Tulips, hardening critical variables, ranges of work, induction hardening heat treatment.

### DESCRIPTION:

In the manufacturing process of parts involved in front-wheel drive car, is just as important the process of forging and machining and heat treatment process to achieve the mechanical and metallurgical characteristics that provide strength and lifetime vehicle.

So Transejes – THC seeking to improve their processes implemented a project where by means of a continuous tracking software critical heat treatment variables of induction hardening, achieve to standardize the process. I implement a database and established ranges work of each of the variables, taking seven models or part numbers from lines of fixed joints and tulips, making a series of tests with the software on the plant and in the remote station, where achieve control of some of those variables and proposes an improvement for others.

Finally, by providing training to operators of lines, joints fixed and tulips implemented the suggested improvements and recommendations for the greater efficiency of the process along with software for the future and developed manuals of operation and management of the panels located on the machines of the plant and monitoring software.

---

\* Work degree

\*\* Faculty of Physicochemical Engineering. School of Metallurgical Engineering and Materials Science. Tutor: Ing. Diana Yazmin Caserta Cárdenas.  
Cotutor: PhD. Orlando José Gómez Moreno.

## INTRODUCCIÓN

En la industria de autopartes el tratamiento térmico al que son sometidas las piezas, es punto clave para conseguir las propiedades mecánicas y metalúrgicas que darán la mayor resistencia y vida útil de dichas piezas en el automotor.

Unas de estas piezas son las juntas fijas y las tulipas, las cuales son muy importantes para el buen funcionamiento de la tracción de un automóvil, pues estas hacen parte del eje homocinético, que es el que transmite la potencia que viene de la caja de cambios hacia las ruedas, y debe resistir cuando el automóvil es sometido a terrenos complejos donde requiere la mayor eficiencia de todas sus partes en conjunto.

La Empresa Transejes – THC en busca de la mejora del proceso de tratamiento térmico de temple por inducción ha implementado un software de monitoreo de las variables críticas de temple como lo son: caudal de temple, potencia, voltaje, corriente, velocidad de giro de pieza, temperatura de temple, entre otras; con el fin de identificar piezas fuera de especificaciones de las líneas de juntas fijas y tulipas, realizando una serie de pruebas en planta y en la estación remota, para establecer el control del proceso en tiempo real y mediante una base de datos realizar consultas de fechas anteriores para analizar posibles situaciones relacionadas con el proceso de temple.

A partir del estudio realizado con siete modelos identificados con su números de parte en cada línea, se logró el control de unas de esas variables y se plantearon mejoras para las otras, además de establecer rangos de programación para esos siete números de parte, donde el software envía una señal de alarma cuando la pieza templada se encuentre fuera del rango.

Una vez definidos los rangos de trabajo, se realizó capacitación a los operarios de las líneas, sobre operación y manejo de los paneles de control ubicados en las máquinas y su relación con el software, además se elaboraron manuales de operación y manejo del software de monitoreo como una ayuda para el personal encargado del área.

Finalmente, se plantearon algunas recomendaciones para el óptimo funcionamiento del software en relación con las máquinas FDF y EFD, para de esta manera obtener el mayor rendimiento y control del proceso de tratamiento térmico.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Mejorar el proceso de temple por inducción aplicado a piezas de las líneas de juntas fijas y tulipas, mediante el monitoreo y estandarización de las variables críticas de temple suministradas por el software de rastreo continuo ubicado en la planta de THC.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Implementar una base de datos con la información obtenida por el software, con el fin de verificar el marco real del proceso de tratamiento térmico de las máquinas de temple FDF Y EFD, evidenciando si hay cambios en las variables a diferentes horas del día.
- ✓ Establecer rangos de trabajo (máximos y mínimos) de cada una de las variables que afectan el tratamiento térmico, acompañándolos del sistema de monitoreo con alarmas que permiten detectar fallas o situaciones anormales dentro del proceso de temple.
- ✓ Plantear medidas de control y mejora ante situaciones anormales en las variables críticas de temple, con el fin de evitar situaciones que desmejoren la calidad de las piezas en las dos líneas.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

TRANSEJES THC, es una filial de DANA CORPORATION, líder mundial en ingeniería, manufactura y distribución de productos y sistemas para los mercados automotriz e industrial, con ventas superiores a los US\$ 12 billones en el 2009.

DANA es uno de los proveedores independientes más grandes de componentes para vehículos a nivel mundial dedicada principalmente a la producción de ejes diferenciales, cardanes y sistemas modulares. Garantizando, a través de su asociación con GKN, el soporte tecnológico para la fabricación de ejes homocinéticos.

THC es una organización de clase mundial, líder en su género en la región andina, competitiva y confiable para otros mercados, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética. Es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotor.<sup>1</sup>

**Figura 1.** Instalaciones Transejes – THC Girón - Bucaramanga



Archivo Transejes– THC

---

<sup>1</sup> BADILLO, Vanesa, Proyecto Descripción de la Empresa Dana - Transejes página 1.

## 2.1. MISIÓN<sup>2</sup>

TRANSEJES es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotor.

A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, con flexibilidad, sentido de urgencia y responsabilidad social, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando:

- A NUESTROS CLIENTES, Contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas.
- A NUESTROS ACCIONISTAS, Un continuo incremento en el retorno a su inversión.
- A NUESTRA GENTE, Un clima laboral seguro, de mutuo respeto y desarrollo integral.
- A LA SOCIEDAD, Mayor bienestar y desarrollo, preservando el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones gubernamentales.
- A NUESTROS PROVEEDORES, Una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

## 2.2. VISIÓN<sup>3</sup>

TRANSEJES es una organización de Clase Mundial, líder en su género en la región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.

---

<sup>2</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA "Página oficial" [sitio en Internet], disponible en: [http://www.transejes.com/mision\\_vision/](http://www.transejes.com/mision_vision/), acceso el 20 de octubre de 2010.

<sup>3</sup>Ibid.

### **2.3. VALORES DE LA ORGANIZACIÓN<sup>4</sup>**

#### **✓ ORIENTACION AL CLIENTE**

Capacidad de enfocar las acciones para descubrir, conocer y solucionar las necesidades o problemas de los clientes.

#### **✓ CREATIVIDAD E INNOVACION**

Habilidad para descubrir, proponer e implementar mejoras a los proceso de la organización.

#### **✓ SENTIDO DE URGENCIA**

Capacidad de percibir las prioridades de la organización los clientes y /o colaboradores, actuando de manera consecuyente y oportuna

#### **✓ AUTOGESTION**

Cumplimiento de objetivos estratégicos a través de la planeación y ejecución de las actividades en forma individual o en equipo con libertad y autonomía siguiendo los estándares previamente establecidos.

### **2.4 ENTORNO EMPRESARIAL INTERNO<sup>5</sup>**

**2.4.1. Capital.**DANA TRANSEJES COLOMBIA cuenta con un Capital de US\$30.000.000 de dólares distribuidos de la siguiente manera:

- US\$10 millones en inventarios
- US\$12 millones en maquinaria y equipo
- US\$8 millones otros

---

<sup>4</sup> BADILLO, Vanesa, Proyecto Descripción de la Empresa Dana - Transejes, pág. 12.

<sup>5</sup> Ibid p 4

**2.4.2. Ventas.** Las ventas consolidadas por las operaciones de equipo de original y atención del mercado de reposición presentaron el siguiente comportamiento durante los últimos años:

- 2006 US\$ 97,17 millones
- 2007 US\$123.07 millones
- 2008 US\$ 83.90 millones
- 2009 US\$ 62.90 millones
- 2010 US\$ 80.00 millones

## **2.5. OPERACIONES, TRABAJADORES Y PRODUCTOS**

El esquema de contratación adoptado desde 1999 por DANA TRANSEJES COLOMBIA con Cooperativas de Trabajo asociado, le ha permitido una mayor flexibilidad en el manejo de los costos de operación y un crecimiento moderado en el número de trabajadores, actualmente el 96% de los colaboradores pertenece a una de las 23 Cooperativas con las cuales la compañía tiene contratos comerciales.

### **2.5.1. Transejes, Girón, (Santander)**

Área: 49.996 mt<sup>2</sup>  
Trabajadores Directos: 18  
Outsourcing: 300  
Productos: Ensamble de Ejes Diferencias, Cardánicos y Homocinéticos. Mecanizado de Componentes para CV´Joins (Tulipas, Interejes, Juntas Fijas, Trípodes).

### **2.5.2. Forcol, Girón (Santander)**

Área: 32.000 mt<sup>2</sup>  
Trabajadores Directos: 1  
Outsourcing: 76

Productos: Forjado y mecanizado de componentes para Ejes  
(Tubos, Yugos, Semiejes, Cubo Rueda)

## 2.6. MERCADO Y CLIENTES<sup>6</sup>

**2.6.1. Entradas.** DANA TRASEJES COLOMBIA es una empresa que posee una variedad de entradas como lo son las materias primas o insumos, el recurso humano, el capital, la tecnología y el conocimiento, que le permiten realizar sus procesos productivos con excelente calidad y ser una de las mejores empresas del mundo.

En Cuanto a Materia Prima o Insumos encontramos dos clases de ellos:

- Materia Prima en Bruto, como lo es el acero, los tornillos aceites y otras piezas las cuales utiliza para el proceso de mecanizado.
- Material terminado, el cual utiliza para el proceso de ensamble, está constituida por las diferentes piezas de los productos finales

Cuenta con dos tipos de Tecnología:

- ✓ La Tecnología Dura, la cual está conformada por toda la maquinaria que en su mayoría es fabricada en Alemania, Estados Unidos, Brasil, Japón y suman alrededor de 30 equipos. Repartidos entre máquinas computarizadas para mecanizado, equipos de soldadura y prensa para ensamble.
- ✓ La Tecnología Blanda de KnowHow que hace referencia al “SABER COMO”, tener el Conocimiento necesario y estar especializados en lo que les corresponde, para ello cuentan con jornadas de Entrenamiento que se realizan en Venezuela, Brasil y Estados Unidos. Además, cuentan con un gran socio GKN quien suministra la tecnología necesaria para la fabricación de Ejes Homocinéticos.

---

<sup>6</sup> Ibid p. 6

## **2.7. UBICACIÓN**

Actualmente, TRANSEJES –THC se encuentra ubicada en la Calle 32 # 15 - 23 Zona Industrial Girón Kilómetro 7 Rincón de Girón.

## **2.8. POLÍTICA DE CALIDAD<sup>7</sup>**

La organización TRANSEJES COLOMBIA debe satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, entendiéndose por éstos todas las organizaciones y personas con quienes interactuamos en la cadena de fabricación y suministro del producto a través del Liderazgo organizacional promoviendo:

- El involucramiento, empoderamiento, desarrollo y motivación de sus colaboradores.
- El uso eficiente de los recursos.
- La eliminación de todas las formas de desperdicio.
- La implementación de cambios tecnológicos e innovación.
- La comunicación permanente con los clientes.
- El cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad.
- La mejora continua en la eficacia de los objetivos de calidad.

Buscando la prevención y/o eliminación de defectos en la realización del producto todo el personal que en él interviene tiene la autoridad de PARAR todos los procesos de forma responsable e informar para que se tomen las acciones correspondientes de forma oportuna y minimizar el impacto negativo en los objetivos de calidad.

---

<sup>7</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA “Página oficial” [sitio en Internet], disponible en: [http://www.transejes.com/politicas\\_organizacionales/](http://www.transejes.com/politicas_organizacionales/), acceso el 20 de octubre de 2010.

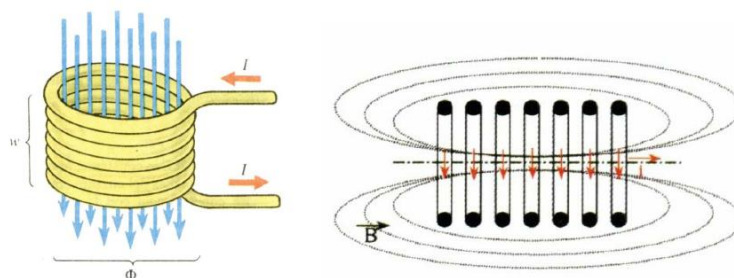
### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPLE POR INDUCCIÓN

**3.1.1. Calentamiento por Inducción.** El calentamiento por inducción electromagnética es un método para suministrar calor, en forma rápida, consistente, limpia controlable y eficiente para distintas aplicaciones de manufactura, sobre piezas o partes metálicas o de otros materiales conductores de electricidad.

Los principios básicos de la inducción electromagnética son bien conocidos. Una corriente eléctrica que circula por un conductor en forma de bobina (inductor) genera un campo magnético en sus alrededores como se indica en la figura 2. La mayor intensidad del campo se da en el núcleo de la bobina y dependen de la fuerza de la corriente de excitación y del número de espiras de la bobina.<sup>8</sup>

Figura 2. Bobina y campo magnético generado al circular la corriente



Fuente: <http://www.emmafiorentino.com.ar/VIII%20SEMINARIO/APLICACIONES.PDF>

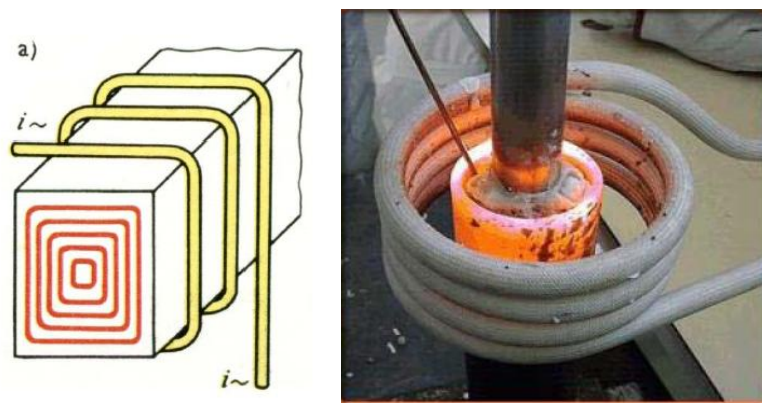
Si se coloca un elemento ferromagnético en un campo magnético alterno, se inducen corrientes eléctricas principalmente concentradas hacia la superficie, denominadas “Corrientes parásitas” o de Foucault. Estas corrientes se cierran

<sup>8</sup> Documento bajado de internet: “Aplicaciones del calentamiento por inducción electromagnético” disponible en: <http://www.emmafiorentino.com.ar/VIII%20SEMINARIO/APLICACIONES.PDF>

(neutralizan) dentro del mismo media formando torbellinos, y son las responsables de la generación de calor por efecto Joule (Figura 3).

El campo magnético alterno también produce sucesivas magnetizaciones y desmagnetizaciones en el material sometido al campo, que se traduce en sucesivos ciclos de histéresis, los cuales también producen pérdidas de energía electromagnética que se traducen en calor. Finalmente el calor se difunde al seno del elemento por conducción.<sup>9</sup>

**Figura 3.** Ejemplo de Calentamiento por Inducción



Fuente: <http://www.emmafiorentino.com.ar/VIII%20SEMINARIO/APLICACIONES.PDF>

En definitiva lo que constituye un fenómeno indeseable en los circuitos eléctricos, en transformadores y motores, es decir, las pérdidas provocadas por la inducción electromagnética, se ha convertido en una herramienta de aplicación muy difundida a partir de los desarrollos en la tecnología del estado sólido.

El uso de transistores ha permitido alcanzar oscilaciones o frecuencias del campo magnético tan amplias como desde 60 Hz a 60 MHz y por ende se pueden lograr temperaturas de miles de grados, con distinta profundidad de alcance sobre el cuerpo a calentar, en tiempos mínimos, con gran precisión y consistencia.

---

<sup>9</sup> Ibid.

La profundidad de penetración del calentamiento se puede alterar modificando la frecuencia de la corriente alterna. Otros factores de influencia son la concentración de potencia, la duración del tratamiento y propiedades metalúrgicas del material como la conductividad térmica. Las frecuencias medias son mayormente utilizadas para fusión, forja, tratamientos térmicos y recocidos, mientras que las frecuencias altas son utilizadas para temple y soldaduras dependiendo de las necesidades de cada proceso.

Las principales ventajas del calentamiento por inducción se resumen en:

- ✓ Ausencia de contacto físico
- ✓ Generación del calentamiento en el lugar requerido
- ✓ Ausencia de pérdidas en transferencias calóricas
- ✓ Rapidez y precisión
- ✓ Fácil automatización y control de trabajo.

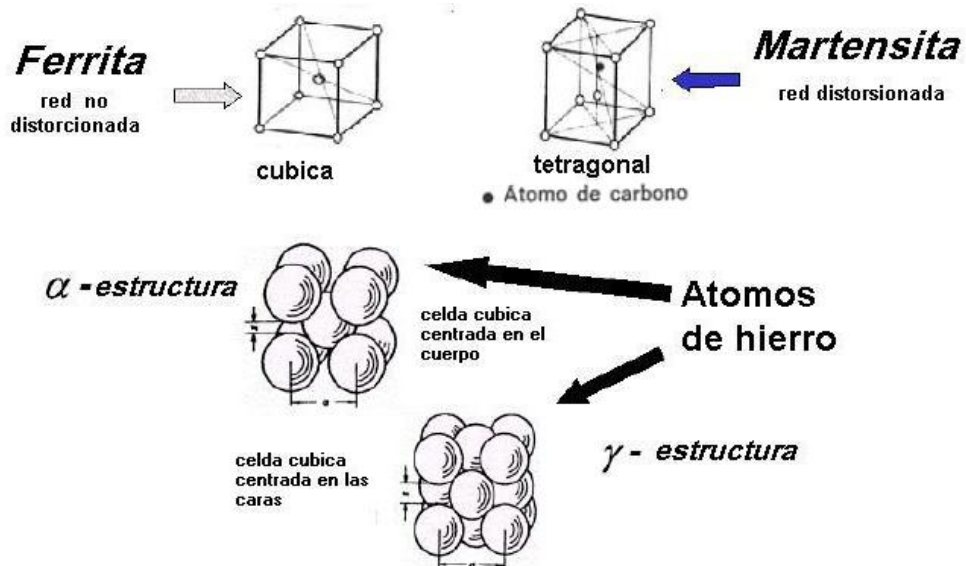
**3.1.2. Temple de un Acero<sup>10</sup>.** El temple del acero consiste en el calentamiento del material hasta una temperatura superior a 723 °C (la temperatura de austenización) y posteriormente enfriarlo rápidamente, frecuentemente mediante agua. El propósito del temple es la transformación de la estructura del material para aumentar su dureza, su límite elástico y su tensión de rotura. Los aceros normalmente utilizados en temple por inducción tienen un contenido de carbono entre 0,3 % y 0,7 %.

El temple ocasiona un cambio en la estructura, el máximo endurecimiento es logrado cuando la estructura se transforma de austenita (estructura cúbica centrada en las caras) a martensita (tetragonal centrada en el cuerpo) con inferior volumen específico, como se observa en la figura 4.

---

<sup>10</sup>APRAIZ, Barreiro José, Tratamientos Térmicos de los Aceros

**Figura 4.** Transformación estructural de la Martensita



Fuente: Archivo Transejes - THC

**3.1.3. Temple Superficial por Inducción<sup>11</sup>.** El temple superficial por inducción es una técnica moderna de tratamiento térmico selectivo que permite lograr características metalúrgicas extremadamente favorables en zonas determinadas de cualquier pieza.

El calentamiento por inducción permite tratar una parte determinada de la pieza, con lo que puede conseguirse un temple superficial y localizado en determinadas zonas. Este tratamiento superficial se consigue mediante la variación de la potencia aplicada, la frecuencia de la corriente inductora y los tiempos de calentamiento y enfriamiento.

El tratamiento puede realizarse de dos formas:

- Estático: consiste en situar la pieza frente al inductor y realizar la operación sin desplazar ni la pieza ni el inductor. Este modo de trabajo es muy rápido,

<sup>11</sup> Ibid

requiere una mecánica sencilla y permite una localización muy precisa de la zona tratada, incluso sobre piezas de geometría complicada.

- Progresivo (o al desfile): El tratamiento al desfile consiste en recorrer la pieza realizando la operación en continuo, desplazando bien la pieza o bien el inductor. Este modo de trabajo permite el tratamiento de piezas de gran superficie a tratar y de grandes dimensiones con potencias reducidas.

**3.1.4. Revenido<sup>12</sup>.** El objeto del tratamiento de revenido es aumentar la tenacidad de las piezas templadas, reducir las tensiones resultantes del temple y reducir la dureza. El sistema tradicional de revenido consiste en someter a las piezas a un calentamiento a temperaturas relativamente bajas (entre 150 y 700 °C) durante un tiempo del orden de hora y media a dos horas y dejarlas enfriar lentamente.

Si el acero al carbón es calentado a menos de 100°C (212°F) no habrá ningún cambio en la estructura metalográfica, por lo tanto, el efecto del proceso no se llevará a cabo. La reducción de dureza por lo general no excede más de uno o dos puntos en la escala de Rockwell C.

Si la temperatura de revenido es mayor de 600°C (1,112°F) puede haber cambios en la estructura del acero que pueden conducir a una pérdida significativa de dureza. En consecuencia el tiempo y la temperatura son los parámetros más críticos del revenido.

---

<sup>12</sup> Ibid

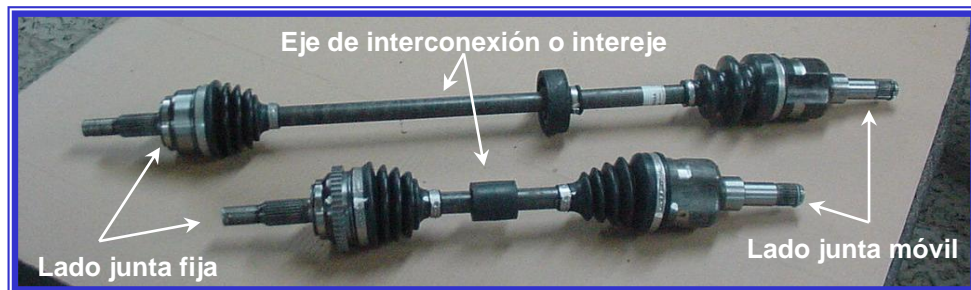
## 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS PRODUCIDAS EN LAS LINEAS JUNTAS FIJAS Y TULIPAS

**3.2.1. Eje homocinético.** Un eje homocinético es el conjunto de piezas que sirve para transmitir torque del motor a las ruedas, de forma constante, sin variaciones ni vibraciones en cualquier terreno, manteniendo una rotación igual entre las ruedas, con la máxima libertad posible de movimiento. Es un componente de tracción que une la caja de cambios con las ruedas delanteras del automóvil, (Figura 5), transmitiendo movimientos y fuerza del motor sin modificar la velocidad de giro que reciben ni la fuerza que los impulsa.<sup>13</sup>

Las partes que conforman un eje homocinético son:

- Lado junta móvil o lado caja de cambios.
- Lado junta fija o lado rueda.
- Eje de interconexión o intereje.

**Figura 5.** Eje Homocinético



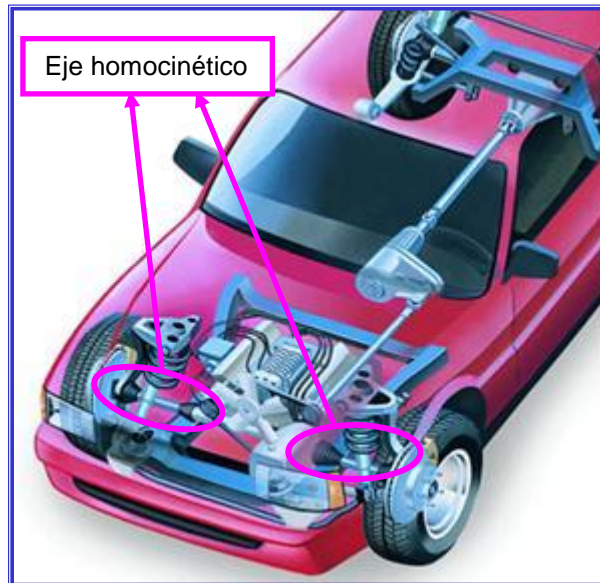
Fuente: Archivo Transejes – THC

El eje homocinético generalmente hace parte de la tracción delantera de las ruedas de un automóvil, donde el lado junta fija va sujeto al lado de la rueda y el

<sup>13</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA "Página oficial" [sitio en Internet], *diseño y desarrollo LGS INGENIERIA LTDA*, disponible en: <http://www.transejes.com/prohomo.php>, acceso el 20 de octubre de 2010.

lado tulipa (junta móvil) va sujeto a la caja de cambios, como se observa en la Figura 6.

**Figura 6.** Prototipo modelo de un automóvil con sus partes de tracción



Fuente: Archivo Transejes - THC

La fabricación de este eje es tan importante como cada uno de sus componentes, lo cual se evidencia en el buen funcionamiento de todas las partes en conjunto del automóvil, pasando años de servicio sin presentar inconvenientes.

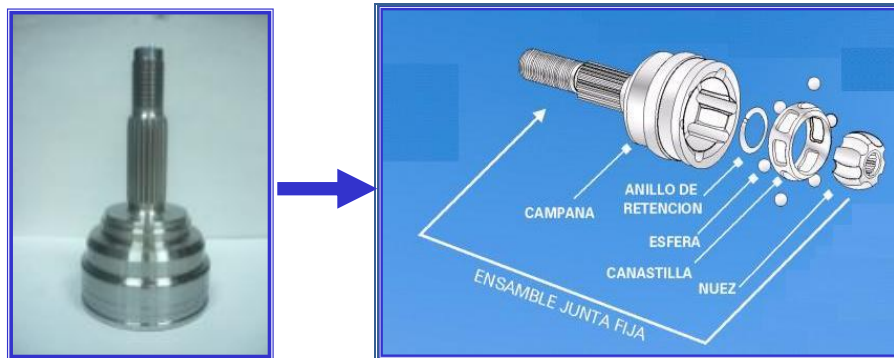
Por esto el tratamiento térmico aplicado a las juntas fijas y tulipas es de vital importancia para obtener las características mecánicas y metalúrgicas que ayudaran a soportar estos esfuerzos y alargaran la vida de servicio de cada una de sus partes.

**3.2.1.1. Junta Fija.** A pesar de ser llamadas fijas, las juntas se mueven de arriba a abajo y de izquierda a derecha, su movimiento es angular, con el fin de compensar cambios violentos de ángulos (causados por la dirección y la suspensión) a través de una tracción suave, sin fluctuaciones. Son utilizadas donde se exigen ángulos

de trabajo muy grandes, como vehículos de tracción delantera, y permiten hasta 47° de angularidad con velocidad constante.<sup>14</sup>

La línea de producción de juntas fijas es una de las más importantes de la planta de THC. El producto terminado es la “*junta fija*”, la cual es un componente de primer orden en el eje homocinético.

**Figura 7.** Modelo de Junta fija y sus partes



Fuente: Archivo Transejes - THC

**3.2.1.2. Junta Móvil o Tulipa.** La junta móvil o tulipa, llamada también “junta homocinética deslizante” es compacta y permite ángulos de trabajo de hasta de 22° con un desplazamiento axial máximo de 48 milímetros. Estas juntas pueden transmitir el esfuerzo de torsión en altas rotaciones y se colocan en el lado de la transmisión, en vehículos con tracción delantera. En los de tracción trasera están instaladas tanto en el lado de la rueda como en el lado del diferencial. También pueden ser utilizadas como juntas de velocidad en ejes de transmisión.<sup>15</sup>

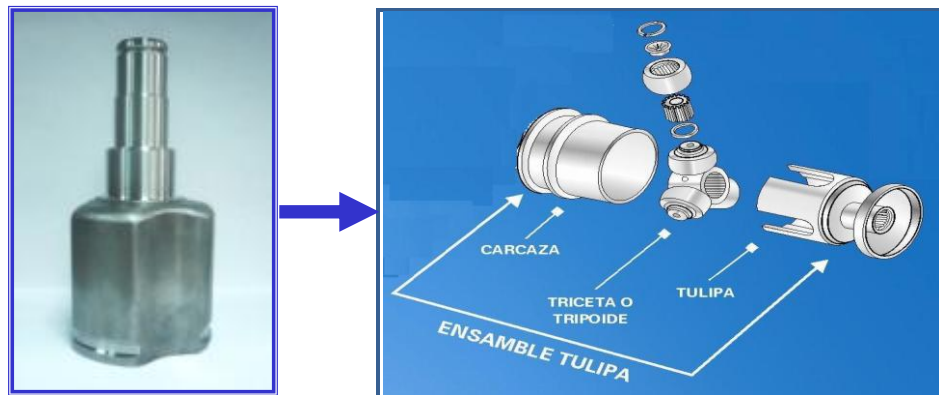
La articulación de tipo Trípode interna permite los cambios de longitud del eje de transmisión, a través del desplazamiento debido a sacudidas y rebotes de la suspensión delantera.

---

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid

**Figura 8.** Modelo de Tulipa y sus partes



Fuente: Archivo Transejes – THC

**3.2.2. Acero utilizado para la fabricación de Juntas fijas y Tulipas.** El factor más importante para llevar a cabo el tratamiento térmico de temple por inducción es aumentar la dureza superficial de las piezas, el cual depende del contenido de carbono del acero utilizado para su elaboración, para así soportar los esfuerzos a los que van a ser expuestas las piezas.

Por tal motivo el acero utilizado en la fabricación de estas dos piezas es acero certificado por la filial de Transejes– GKN Driveline,<sup>16</sup> donde se garantiza el contenido de carbono así como el mínimo nivel de impurezas presentes en la fundición, especificando el intervalo permitido de cada uno de los componentes del acero.

- ✓ **Acero Juntas fijas:** Especificado como UC1 según Norma AFNOR (Association Francaise de Normalisation), equivalente a AISI/SAE – 1050. Gracias a la buena penetración de temple que tiene este acero, es apto para piezas de máquinas que deban soportar esfuerzos altos, longitudinales y transversales, pero sin impactos continuos.

---

<sup>16</sup> Ver anexos A y B

Para piezas de pequeño espesor es preferible el temple en aceite; para las piezas de mayor espesor y forma sencilla, en agua.

- ✓ **Acero Tulipas:** XC45 según Norma AFNOR (Association Francaise de Normalisation), equivalente a AISI/SAE - 1045.

Es un acero muy apropiado para piezas de pequeño tamaño que deban templarse a inducción, obteniéndose una dureza superficial de 54-56 Rc. Se emplea para herramientas forjadas de todo tipo, como: hachas, azadones, rastrillos, picas, martillos de varios usos, porras, y autopartes.

### **3.3. DESCRIPCIÓN MÁQUINAS DE TEMPLE POR INDUCCIÓN DE LAS LÍNEAS JUNTAS FIJAS Y TULIPAS**

Los componentes básicos de un sistema de temple por inducción son: La fuente de potencia, la estación de calentamiento, el inductor y la pieza o material a trabajar.

La importancia del temple por inducción radica en la geometría de la pieza y por lo tanto de la forma del inductor, para conseguir el perfil de temple adecuado para las piezas producidas en las líneas de juntas fijas y tulipas, así como la programación de cada una de las máquinas, las cuales serán descritas a continuación.

**3.3.1. Máquina FDF de temple por inducción juntas fijas.** Máquina de fabricación alemana donde sus siglas FDF (Fritz Dusseldorf Freiburg GmbH) corresponden a los nombres de los fabricantes en alemán, la cual fue la primera máquina de calentamiento por inducción creada en el año de 1950 que trabaja con una frecuencia de 10 KHz, recibiendo un voltaje total de la planta de 440 Volts, que utiliza para generar el calentamiento por inducción de la pieza y para su posterior enfriamiento, el cual consiste en una sal fundida disuelta en agua

(Hidrotemple) a una temperatura ente 28 y 35 grados centígrados, que se inyecta a presión por determinado tiempo una vez calentada la pieza.

**Figura 9.** Máquina de Temple por Inducción Línea Juntas Fijas



Fuente: Autor

Esta máquina consta de dos Estaciones para realizar el temple requerido por el cliente según el número de parte y modelo del automotor, donde la estación 1(Figura 10) corresponde al temple por inducción de campana y la estación 2 (Figura 11) corresponde al temple por inducción de vástago. Las principales variables críticas de temple monitoreadas por el software para las dos estaciones son descritas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Variables críticas monitoreadas por el Software - Línea Juntas Fijas

<b>ESTACION 1</b>	<b>ESTACION 2</b>
Caudal	Caudal
Temperatura	Temperatura
Corriente	Corriente
Voltaje	Voltaje
Potencia	Potencia
Velocidad de Giro	Velocidad de Giro

Fuente: Autor

El procedimiento básico a seguir para templar una pieza en la estación 1 es el siguiente:

1. Posicionamiento la pieza en forma vertical con el vástago hacia abajo para realizar el temple de campana, accionar con pedal para dar inicio al ciclo.
2. Desplazamiento de la pieza a posición de calentamiento donde baja hacia el inductor en forma vertical para recibir el calentamiento por inducción.
3. Desplazamiento de la pieza a posición de ducha de enfriamiento, donde se realiza el temple superficial de la campana de la junta, por 15 segundos.
4. Desplazamiento a posición final, sube la pieza en forma vertical a la posición inicial, donde se desancla y se ancla otra para reiniciar el proceso.

El tiempo aproximado en que un operario realiza este proceso para el temple de la campana de una junta es de 25 a 27 segundos.

De igual forma para realizar el temple del vástago de una junta en la estación 2, el operario realiza los siguientes pasos:

1. Posicionamiento de la pieza en forma vertical, con la campana hacia abajo para realizar anclaje.
2. Desplazamiento a posición de calentamiento, donde baja el inductor de forma vertical, posicionándose sobre el vástago de la junta, para recibir el calentamiento por inducción.
3. Desplazamiento a posición de ducha, para realizar el temple superficial del vástago, accionando la ducha por 18 segundos.
4. Desplazamiento a posición inicial, para desanclar y seguidamente anclar otra pieza.

El tiempo aproximado en que un operario realiza este proceso para el temple del vástago de una junta es de 26 a 28 segundos.

**Figura 10.** Estación 1: Temple Campana Línea Juntas fijas



Fuente: Autor

**Figura 11.** Estación 2: Temple Vástago Línea Juntas fijas



Fuente: Autor

El temple del vástago y de la campana de una junta, al ser un proceso secuencial, requiere que el operario verifique varios factores, los cuales son consignados en un formato llamado “carta de puesta a punto”, donde se enumeran los valores relevantes del proceso, que corresponden a la máquina y a la pieza, cuando se realiza el temple de la primera junta al inicio de cada turno.

Seguidamente se realiza el corte de esta pieza, teniendo en cuenta las especificaciones del modelo, según número de parte en producción, para después consignar en la carta de puesta punto las mediciones de las siguientes características:

- ✓ **Respecto a la pieza:** casco efectivo, longitud de temple, medición de dureza superficial, verificación de grietas por magnaflux.
- ✓ **Respecto a la Máquina:** posición del inductor, voltaje, corriente, potencia, frecuencia, numero de condensadores necesarios para trabajo, tiempo de calentamiento, tiempo de ducha.

**3.3.2. Máquina de temple por inducción EFD tulipas.** Máquina que nació de la fusión de la FDF (Empresa Alemana) y ELVA (Empresa Noruega), la cual se dio a conocer por la fabricación de una gama de convertidores de frecuencia para calentamiento por inducción en 1981. En 1991 ELVA Y FDF se unieron para crear EFD Induction, la cual se ha convertido en el mayor proveedor en cuanto a soluciones de inducción para la industria en el mundo.

**Figura 12.** Máquina de Temple por Inducción Línea Tulipas



Fuente: Autor

Esta máquina trabaja con una frecuencia de 10 KHz, igualmente toma 440 Voltios, (voltaje de la planta) para realizar el calentamiento y se templen las piezas mediante una solución de polímero o sal fundida (Hidrotemple), a una concentración que depende de la velocidad de enfriamiento requerida.

Al igual que la FDF, la EFD consta de dos Estaciones para realizar el temple requerido por el cliente, donde la estación 1 (Figura 13) corresponde al temple por inducción de vástago y la estación 2 (Figura 14) corresponde al temple por inducción de pistas; según el número de parte y modelo del automotor, donde las principales variables críticas de temple están descritas en la tabla 2.

**Tabla 2.** Variables críticas monitoreadas por el Software - Línea Tulipas

ESTACION 1	ESTACION 2
Caudal	-----
Temperatura	-----
Corriente	Corriente
Voltaje	Voltaje
Potencia	Potencia
Velocidad de Giro	Velocidad de Giro

Fuente: Autor

**Figura 13.** Estación 1: Temple Vástago Tulipas



Fuente: Autor

**Figura 14.** Estación 2: Temple Pista Tulipas



Fuente: Autor

### **3.4. DESCRIPCIÓN SOFTWARE DE MONITOREO**

El Software de monitoreo continuo fue desarrollado por TRANSEJES en el año 2007, con la ayuda de una empresa de automatización, donde los ingenieros involucrados en el proyecto, tomaron como base los principios de “Manufactura Integrada por computador” (CIM), donde el objetivo es la automatización y el control de los procesos, para elevar el nivel de integración en todas las líneas para la manufactura de un producto; en este caso las líneas de juntas Fijas y tulipas.

El CIM permite que los procesos de manufactura sean flexibles, debido a que las máquinas y elementos de proceso se pueden configurar en diferentes Layout<sup>17</sup> de manufactura, dependiente de la producción planificada, que definen un grupo de máquinas para la realización de las diferentes operaciones de una ó varias áreas específicas.

---

<sup>17</sup> Ver anexo C.

El layout planteado para implementar la red del software en la planta, describe las zonas por donde pasa el cableado de la red profibus<sup>18</sup> que comunica los datos de las variables eléctricas (corriente, potencia, voltaje) del tratamiento térmico de temple por inducción, de las líneas de juntas fijas y tulipas con la estación remota ubicada en las oficinas (Figura 19). De igual forma diseñaron un layout por cada línea para el control de caudal, donde especifican los elementos necesarios para el monitoreo y control de este, así como el lugar donde fueron instalados.<sup>19</sup>

Además los ingenieros vieron la necesidad de incorporar nuevos equipos para realizar medición, como variadores de frecuencia, analizador de redes, caudalímetros, PLC, potenciómetros, etc; los cuales fueron instalados y probados junto con el software en la planta y en la estación remota.

**3.4.1. SCADA (Supervisory Control and Data Adquisition).** Es un sistema de instrumentación electrónica comercial que envía y recibe señales por medio de sensores específicos industriales instalados en la planta, el cual se elaboró, una vez implementados los equipos, con un mímico del proceso de temple de cada estación en las dos líneas, y que consiste en un programa o conjunto de programas de computación (sistema) que tienen por objetivo la recopilación de información, generalmente en tiempo real, a fin de proveer realimentación sobre el desarrollo del proceso bajo control.

La estación remota recibe mensajes o alarmas cuando alguna de las variables críticas del proceso esté fuera de rango, modifica parámetros de la puesta a punto en función de la última información disponible, además de visualizar datos reales del proceso (variables críticas de temple) con un histórico de las alarmas emitidas, con textos de ayuda para el monitoreo.<sup>20</sup> En las figuras 15 y 16, se observa la animación del temple de vástago y campana de las dos estaciones en juntas fijas

---

<sup>18</sup> Es una forma de cableado que comunica las máquinas de temple con el software de monitoreo.

<sup>19</sup> Ver anexos D y E

<sup>20</sup> Ver anexo F

y tulipas y a su vez la visualización de los parámetros de operación de la máquina al inicio de cada turno al igual que el registro de los valores de las variables críticas, junto con un gráfica representativa del proceso.

Figura 15. a) SCADA Máquina Juntas Fijas Estación 1, Temple Vástago

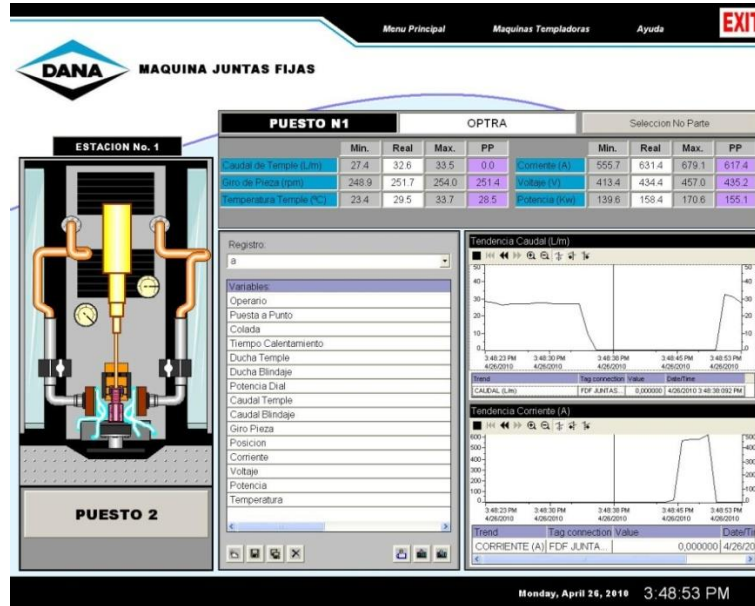
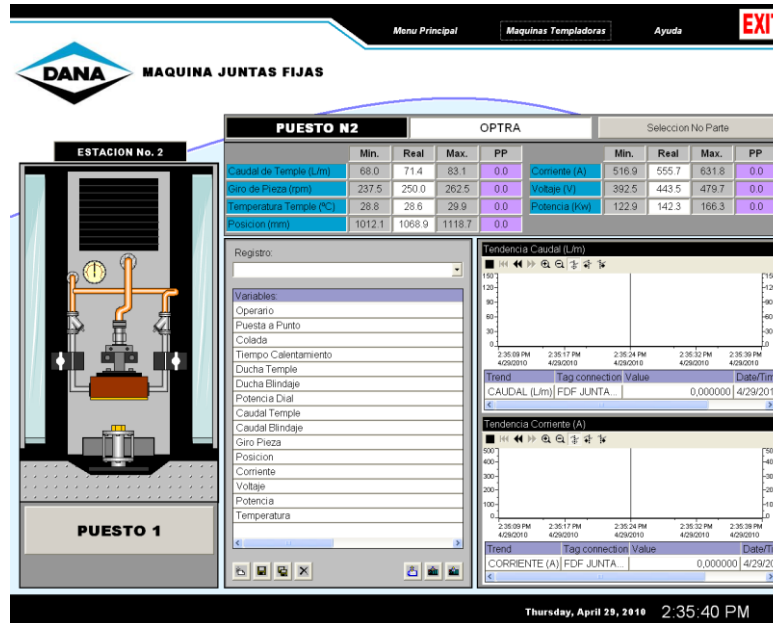


Figura 15. b) SCADA Máquina Juntas Fijas Estación 2, Temple Campana



Fuente: Software de Monitoreo Transejes - THC

Figura 16. a) SCADA Máquina Tulipas Estación 1, Temple Vástago

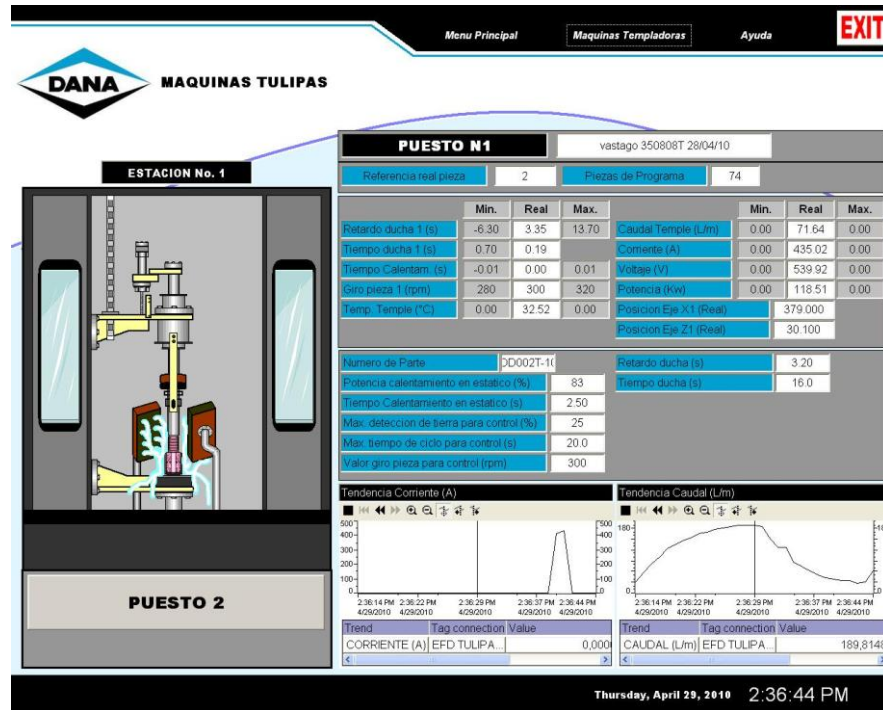
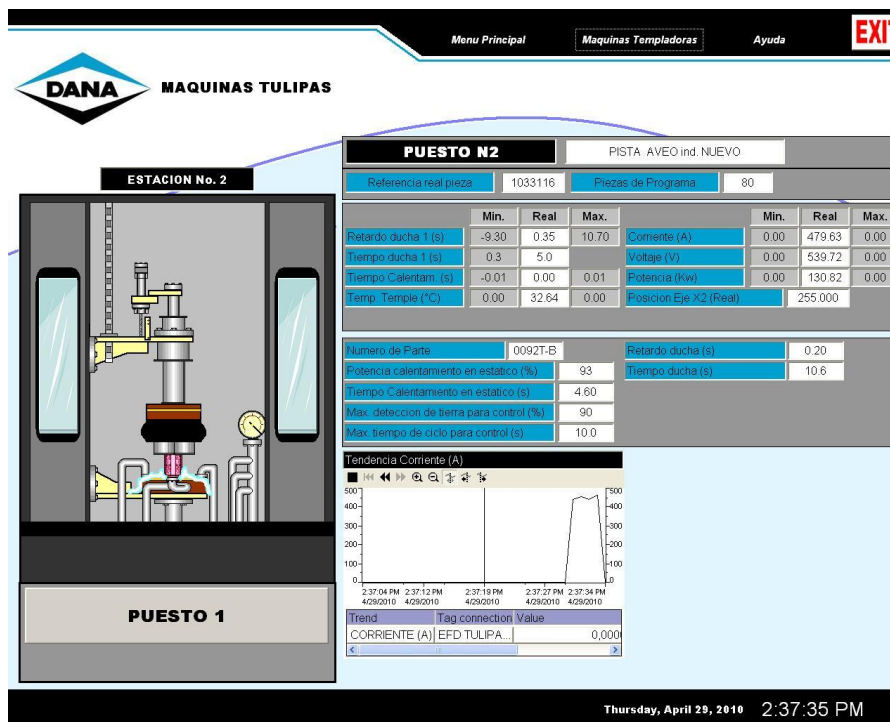


Figura 16. b) SCADA Máquina Tulipas Estación 2, Temple Pista



Fuente: Software de Monitoreo Transejes – THC

**3.4.2. PLC (Programable Logic Controler).** Como su nombre lo indica un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas, planta y procesos industriales, procesando y recibiendo señales digitales y analógicas, abriendo la posibilidad de aplicar estrategias de control, mediante el envío de señales de alarma al sistema operativo, cuando alguna variable del proceso está fuera de rango.

**3.4.3. Runtime.** Es una herramienta adicional desarrollada actualmente, la cual permite obtener valores exactos de las variables críticas de temple (caudal, corriente, potencia, voltaje y temperatura), en intervalos de tiempo, y en tiempo real, visualizando la fecha, valor inicial y valor final; además de una gráfica para cada variable en el intervalo de tiempo seleccionado con sus máximos y mínimos alcanzados.

Runtime se denomina al tiempo de ejecución o intervalo de tiempo en el que el software de monitoreo se ejecuta en un sistema operativo, en intervalos de tiempo seleccionados por el operador de la estación remota, el cual decide cuando inicia y cuando finaliza, enviando una señal al sistema operativo.

Esta herramienta tiene la ventaja de poder consultar situaciones relacionadas con las piezas de las líneas de juntas fijas y tulipas, seleccionando intervalos de tiempo por segundos, minutos, horas; en tiempo real, semanas o meses atrás visualizando los resultados gráficamente o en hojas de cálculo de excell, del intervalo de tiempo seleccionado. Además de conocer el tiempo real en el que se temple cada una de las piezas, así como las paradas de la máquina. La consulta es realizable por máquina y por estación.<sup>21</sup>

En la figura 17 se observan las gráficas emitidas por el runtime, así como una tabla con el nombre de cada una de las curvas y sus características.

---

<sup>21</sup> Ver anexo F.

**Figura 17. a)** Visualización gráficas del runtime en un intervalo de 10 minutos



**Figura 17. b)** Visualización tabla resumen en un intervalo de 10 minutos

EFD - PUESTO 1 - Ámbito de estadística				
Curva	Tiempo (LI)	Valor (LI)	Tiempo (LS)	Valor (LS)
CAUDAL	22.05.2010 16:07:44.985	205.208328	22.05.2010 16:15:16.485	25.665512
CORRIENTE	22.05.2010 16:07:44.985	441.430542	22.05.2010 16:15:16.485	441.686890
POTENCIA	22.05.2010 16:07:44.985	122.884178	22.05.2010 16:15:16.485	121.178513
TEMPERATURA	22.05.2010 16:07:44.985	29.050934	22.05.2010 16:15:16.485	29.108810
VOLTAJE	22.05.2010 16:07:44.985	556.048401	22.05.2010 16:15:16.485	558.816711

Fuente: Software de Monitoreo Transejes - THC

**3.4.4. Panel de Control.** Pantalla digital implementada en las máquinas EFD y FDF, para la respectiva programación de los parámetros de temple de un modelo o número de parte, al inicio de cada turno, la cual permite verificar el estado de las variables eléctricas de la máquina, así como las de temperatura y tiempo, que a su vez están conectadas con la estación remota.

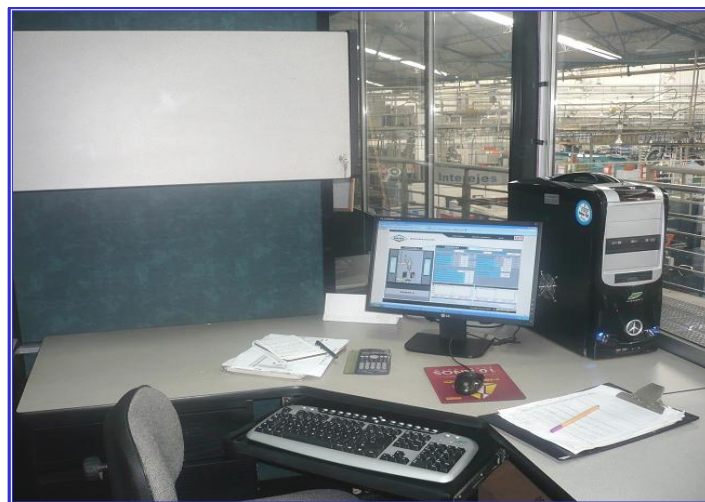
**Figura 18.** Paneles de Control Máquinas FDF (Juntas) y EFD (Tulipas)



Fuente: Autor

**3.4.5. Estación Remota.** Sistema operativo ubicado en las oficinas de Transejes, la cual consta de un computador adaptado con el software, el cual tiene comunicación con las máquinas de temple de las líneas juntas fijas y tulipas por medio de la red profibus instalada en la planta por la que envía y recibe las señales de monitoreo y control de los parámetros de temple de cada máquina, para cada estación. En la figura 18 se observa la ubicación de la estación remota en oficinas, con vista a la planta.

**Figura 19.** Estación remota – Software de Monitoreo oficinas Transejes -THC



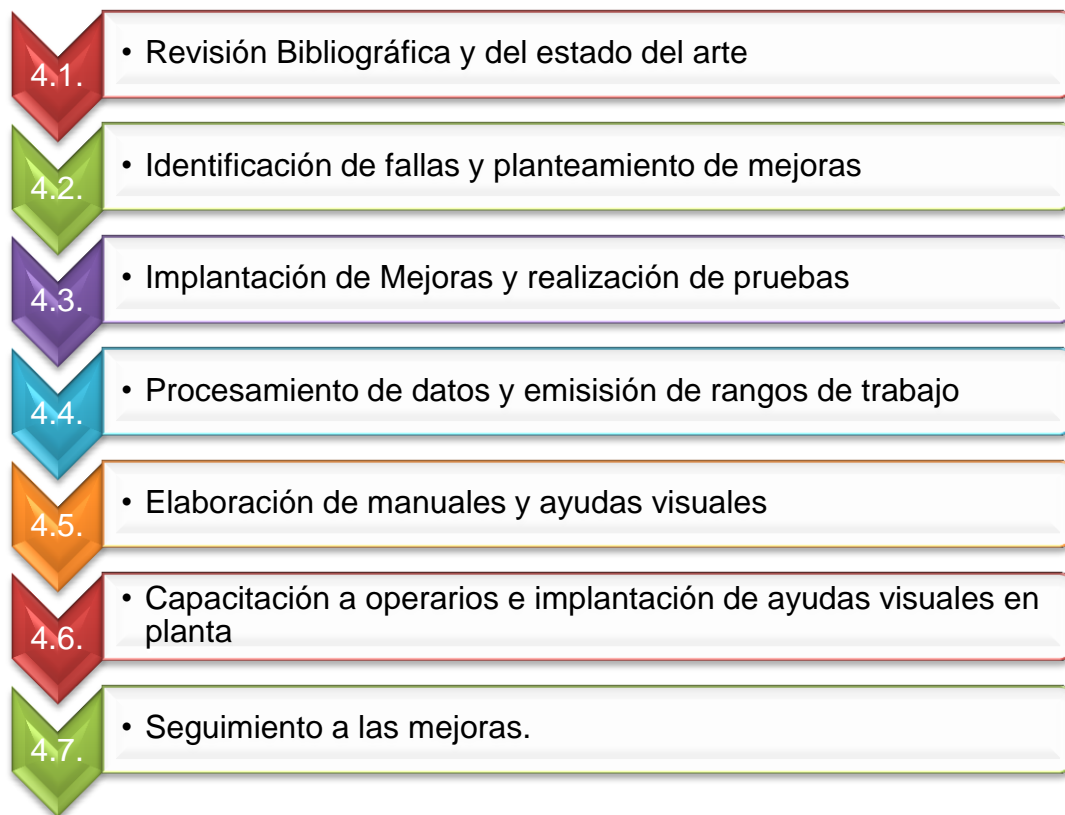
Fuente: Autor

## 4. METODOLOGÍA EMPLEADA

### 4.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DEL ESTADO DEL ARTE

En esta etapa del proyecto se llevó a cabo la revisión y selección de material bibliográfico empleado para el desarrollo de esta trabajo, como lo son manuales de operación y manejo de las máquinas de las líneas de juntas fijas y tulipas, cartas de puesta a punto de cada línea, planos de juntas y tulipas de cada número de parte seleccionado para el estudio, documentos relacionados con el proceso de temple por inducción, así como documentos sobre la automatización de procesos mediante CIM, proporcionados por Transejes – THC. En la figura 20 se aprecia el esquema de la metodología empleada para el desarrollo del proyecto.

**Figura 20.** Esquema general de la metodología empleada.



Fuente: Autor

## **4.2. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS Y PLANTEAMIENTO DE MEJORAS**

En esta etapa se identificaron las posibles fallas del software, por las cuales la eficiencia del software de monitoreo no era cien por ciento, analizando los parámetros monitoreados por el software en comparación con los reales en planta de cada una de las estaciones de cada máquina. Se realizó una lista de las posibles fallas y se contactó con el proveedor inicial del software, el cual realizó cotización en tiempo y dinero para llevar a cabo dichas actividades, seguido de la aprobación del presupuesto para llevarlo a cabo.

## **4.3. IMPLANTACIÓN DE MEJORAS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS**

En esta etapa del proyecto se desarrollan las mejoras en conjunto con el proveedor del software, realizando pruebas de funcionamiento en la estación remota y en la planta, para verificar el marco real del tratamiento térmico de temple por inducción con las variables críticas monitoreadas y controladas por el software.

## **4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS Y EMISIÓN DE RANGOS DE TRABAJO**

En esta etapa se realizó la captura, filtro y procesamiento de datos, para emitir los rangos de trabajo de las variables críticas de temple, para los siete modelos o números de parte seleccionados, teniendo como base los datos de trabajo de cuatro meses, para una vez implantar ayudas visuales en cada máquina para la programación de dichos rangos al inicio de cada turno.

## **4.5. ELABORACIÓN DE MANUALES Y AYUDAS VISUALES**

En esta etapa, ya teniendo claros los rangos de trabajo, se elaboró manual de operación y manejo del panel de control de la máquina FDF – Juntas fijas, al igual

que el manual de operación y manejo del software de monitoreo, así como ayudas visuales para la programación de los paneles de las máquinas EFD Y FDF que funcionan en línea con el software.

#### **4.6. CAPACITACIÓN A OPERARIOS E IMPLANTACIÓN DE AYUDAS VISUALES**

En esta etapa, una vez terminados los manuales de operación y ayudas visuales, se programó capacitación con los operarios de las líneas juntas fijas y tulipas de los tres turnos, para explicar el correcto manejo de los paneles de las máquinas, para que en su programación habitual al inicio del turno incluyeran algunos parámetros con relación a la recolección de datos por parte del software de monitoreo

#### **4.7. SEGUIMIENTO A LAS MEJORAS**

Finalmente, después de realizar la capacitación se realizó seguimiento, mediante acompañamiento a los operarios de los turnos de mañana y tarde al momento de la programación de las máquinas, para verificar la correcta programación de los parámetros del software.

## 5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Una vez identificados cada uno de los elementos que componen el software, su aplicación, operación y manejo, se procedió a plantear una serie de mejoras y correcciones para optimizar su funcionamiento, las cuales son descritas en la tabla 3 y se desarrollaron durante los tres primeros meses de la práctica en conjunto con el proveedor del software.

**Tabla 3.** Actividades planteadas para corrección y mejora

<b>DETECCIÓN DE FALLAS Y ACTIVIDADES PLANTEADAS PARA CORRECCIÓN Y MEJORA</b>	<b>ETAPA DEL PROYECTO</b>
<b>MAQUINA FDF</b>	
1. Cambiar animación FDF juntas fijas (invertida)	Error proyecto inicial
2. Corregir la captura de los datos, no muestra rangos de max y min. y no corresponden con los de la estación remota.	Error proyecto inicial
3. Corregir base de datos: se crean, se guardan ficheros y se envían al PLC, pero cuando se quieren volver a ver no trae los valores guardados.	Error proyecto inicial
4. Ampliar el rango de valores a dos decimales para todas las variables en pantalla de control y remota.	Mejora al proyecto
5. Cambiar potenciómetro lineal: Se encuentra dañado y se parte el acople con el carro portasensores de la máquina; es la segunda vez que se parte, (no es la mejor ubicación) y de todas formas sigue registrando valores en FDF 2	Error proyecto inicial
6. Ajustar el tamaño de celdas en tabla valores PAP, FDF en pantalla de control y pantalla remota, para facilitar consulta	Mejora al proyecto
7. Ajustar la señal de comunicación de las dos estaciones, con la pantalla de control.	Error proyecto inicial
<b>MAQUINA EFD</b>	
8. Ajustar el tamaño de celda de la sección número de parte, en pantalla de control y estación remota.	Mejora al proyecto
9. Crear archivo de puestas a punto de las dos estaciones.	Mejora al proyecto
<b>GENERALES</b>	
10. Corregir hora real del sistema: Está desconfigurada, al buscar historial de 9 am, muestra el de las 12 am	Error proyecto inicial

11. Ajustar menú de runtime, ya que no se visualizan todas las graficas	Mejora al proyecto
12. Ajustar fallas de inicio del software: Al iniciar o al cerrar el programa a veces se presentan fallas de funcionamiento.	Mejora
13. Ajustar visualización de gráficas runtime, renombrar eje vertical y cambio de colores de curvas no visibles.	Mejora al proyecto
14. Ajustar el tamaño de celda de la tabla de valores de runtime, para visualizar todas las columnas al tiempo.	Mejora al proyecto
15. Corregir Graficas de runtime, ya que no corresponden con proceso (se anexo gráficos por e-mail, donde se muestra que la grafica del sistema no corresponde con la de runtime en el mismo intervalo de tiempo)	Mejora al proyecto
16. Verificar correcto funcionamiento del sistema para las dos estaciones en cada máquina (Realizar Pruebas) para evitar futuros inconvenientes.	Mejora al proyecto
17. Realizar capacitación en las mejoras implementadas de la pantalla de control y estación remota al personal encargado.	Mejora al proyecto

Fuente: Autor

## 5.1. REALIZACIÓN DE PRUEBAS

Las pruebas se realizaron, a medida que se desarrollaban las actividades propuestas en la tabla 3, donde se cumplió con la mayoría de los ítems propuestos y en los que no fue posible se anexa explicación por parte del proveedor del software.

Como primera opción se tomó una serie de datos físicamente en la planta, en el panel de control de cada máquina, tomando los valores de forma secuencial a medida que se iba templando cada pieza, por un lapso de tiempo de una hora en cada máquina, de las siguientes variables: temperatura, caudal, potencia, corriente y voltaje; para luego compararlos con los recibidos por la estación remota encontrando similitud entre ellos. Se verificó así que la comunicación entre las máquinas y la estación remota es correcta.

Seguidamente se realizaron una serie de pruebas por máquina, para verificar la relación del proceso de temple por inducción con el software, las cuales son descritas a continuación.

### 5.1.1 Pruebas realizadas en la máquina FDF (Juntas Fijas)

**5.1.1.1. Prueba de Corriente.** Se tomaron valores de corriente del temple de 60 piezas (tabla 4) en la estación 2 (temple vástago), identificando y retirando de producción la pieza de mayor corriente (618 A), donde se realizó el respectivo corte, encontrando la pieza dentro de especificaciones según plan de control de producción con respecto a capa efectiva y dureza superficial. (Ver Figura 21).

**Tabla 4.** Prueba de corriente Máquina FDF

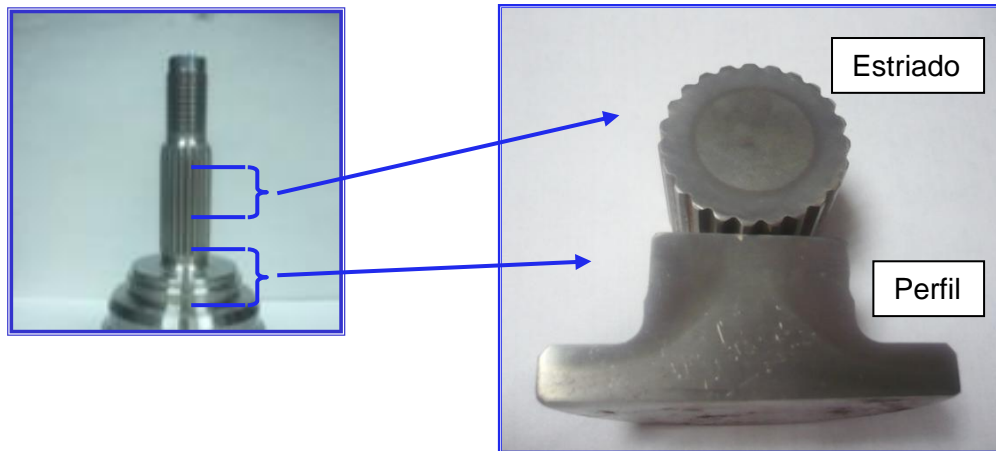
No.	Corriente	No.	Corriente	No.	Corriente
1	584	21	546	41	573
2	608	22	584	42	586
3	514	23	492	43	525
4	585	24	586	44	600
5	556	25	607	45	572
6	615	26	517	46	549
7	556	27	585	47	569
8	585	28	573	48	595
9	608	29	598	49	573
10	577	30	609	50	600
11	578	31	577	51	583
12	609	32	614	52	570
13	598	33	602	53	603
14	569	34	585	54	565
15	609	35	555	55	583
16	531	36	576	56	538
17	551	37	563	57	596
18	593	38	612	58	614
19	618	39	600	59	599
20	572	40	560	60	570

Fuente: Autor

Las especificaciones por las que una pieza se dice que es aceptable según plan de control de producción<sup>22</sup> son las siguientes:

Casco efectivo radio	= 2,2 mm - mínimo
Casco efectivo Estriado inicio	= 3,8 mm– mínimo
Casco efectivo estriado fin	= 2,2 – 3,8 mm
Longitud perfil inicio	= 1,1 - 4,1 mm
Longitud perfil fin	= 3,4 – 8,4 mm
Dureza superficial Vástago	= 60 – 65 Rc

**Figura 21.** Corte transversal Vástago Junta Fija - Twingo



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la realización de esta prueba se tomó en base al modelo Twingo, con número de parte 363832T, el cual se encontraba en producción al momento de la prueba, luego las especificaciones anteriores corresponden al plan de control de producción de este número de parte y el resultado de las mediciones realizadas es el siguiente:

<sup>22</sup> Documento que contiene especificaciones de los procesos de la organización.

**Tabla 5.** Resultado Mediciones Vástago Junta Fija Twingo

<b>Característica</b>	<b>Medida (mm)</b>
Casco efectivo Radio	2,50
Casco efectivo estriado inicio a 10 mm	4,40
Casco efectivo estriado fin a 39.5 mm	3,25
Longitud perfil inicio	2,40
Longitud perfil fin	4,60
Dureza superficial	64 Rc

Fuente: Autor

Se relacionaron los resultados obtenidos con la magnatest,<sup>23</sup> (máquina considerada como ensayo no destructivo de piezas producidas), la cual identifica y rechaza piezas fuera del rango de dureza superficial y capa penetrada para el modelo o número de parte que fue programada, identificándolas con una R fuera del ovalo verde, como lo muestra la figura 22.

Esta máquina, al ser altamente sensible a cualquier variación en cuanto a capa penetrada y dureza superficial, la pieza identificada como mayor corriente, se encontraba fuera del límite permitido por la máquina, (figura 22), pero revisando el corte (figura 21), se encuentra dentro de especificación.

Se tomaron datos nuevamente realizando inspección en la magnatest cuando la FDF detectara una pieza de mayor voltaje y corriente, encontrando que la magnatest detecta unas piezas de mayor corriente, pero otras no, luego se concluye que no hay relación directa con la magnatest, ya que debería detectar todas las piezas de mayor corriente o voltaje que puedan afectar la pieza en cuanto a capa penetrada (baja frecuencia) o dureza superficial (alta frecuencia).

Se consultó con el personal de mantenimiento el lugar de la conexión del software para la máquina FDF, encontrando que la lectura para las variables de corriente,

---

<sup>23</sup> Maquina diseñada para verificar propiedades de las piezas mediante parámetros de comparación.

potencia y voltaje, se hace antes del transformador y no a la entrada de la pieza donde ocurre el tratamiento térmico, luego este es un motivo para la no relación de las máquinas en esta prueba; además se verificó el correcto funcionamiento de la magnates con el personal del área.

**Figura 22.** Imagen Máquina Magnatest – Línea Juntas Fijas



Fuente: Transejes THC

**5.1.1.2. Prueba de Potencia.** No fue posible realizarla ya que al preparar todos los elementos para realizar la prueba, el operario de turno informa que la perilla del potenciómetro de la máquina está dañada marcando siempre el 100% de potencia, por lo tanto no es posible hacer modificaciones o pruebas para esta variable en la máquina FDF.

**5.1.1.3. Prueba de Caudal.** Se observó que al establecer el set point<sup>24</sup> del valor de caudal en la pantalla de control de la FDF,<sup>25</sup> el sistema envía mediante una señal a la bomba, el caudal que requiere cada estación para el temple de las piezas.

<sup>24</sup> Punto de ajuste de alguna variable de un sistema de control automático

<sup>25</sup> Ver anexo G

El set point según panel de control de la máquina FDF, para cada estación es el siguiente:

Estación 1: 27 L/min

Estación 2: 125 L/min

Para verificar el valor real, se consultó con el personal de la línea la capacidad de las bombas, encontrando que:

Estación 1 y 2: 200 L/min, con una frecuencia del motor de cada bomba de 60 Hz.

Además por información del personal de mantenimiento, el proveedor del software, en el año 2007, para obtener el control de caudal, realizó una serie de cálculos, para lograr que el sistema envié la señal del valor real de salida de caudal a la bomba, para que regule la frecuencia y salga el caudal exacto para el temple de cada pieza.

Actualmente el operario realiza la programación de forma manual, abriendo y cerrando las válvulas, según experiencia, para obtener el caudal de temple adecuado. Se tomaron datos durante 3 meses para conocer la variación de caudal en estas condiciones, según número de parte y se encontró que:

Variación caudal Estación 1: 26 - 30 L/min

Variación caudal Estación 2: 40 – 57 L/min

Cuando se planeaba realizar pruebas de funcionamiento de forma automática, se fue a fallo el variador de frecuencia de caudal del puesto 1, el cual afecta la toma de datos del software y no fue posible realizar la prueba para esta variable.

El diagnóstico del variador fue entregado el 5 de Noviembre por parte de mantenimiento, donde la posible falla fue un alto de corriente que recibió en los días que no hubo energía en la planta por una falla en el municipio de Girón. Adicionando que este quedó afectado cuando se dañó el variador del puesto 2 el cual se reemplazó a finales de Agosto.

Fallo variador Puesto 2: 24 de de Junio - Reemplazo: 27 de Agosto

Fallo variador puesto 1: 27 de Septiembre Diagnóstico: 4 de Noviembre no se ha reemplazado actualmente.

### **5.1.2 Pruebas Realizadas en la Máquina EFD (tulipas).**

**5.1.2.1. Prueba de Mayor corriente.** Se realizó tomando datos manuales del panel de control de la máquina correspondientes a corriente del temple de cada pieza, para compararlos con los datos de potencia y voltaje tomados a la misma hora (ver tabla 6). Seguidamente se retiró de producción la pieza de mayor corriente, para luego realizar el respectivo corte de la pieza para el análisis (Figura 24), encontrando las siguientes observaciones:

- ❖ Se verificó que los datos de la máquina corresponden con los datos leídos por el software.
- ❖ Se verificó que el sistema de alarmas funciona correctamente con los rangos establecidos para ese número de parte.
- ❖ Se observa que el operario tiene la habilidad de templar 50 piezas en 20 minutos para esta aplicación.
- ❖ El operario temple aproximadamente 2 piezas por minuto, en aproximadamente una hora temple 120 piezas, sin interrupciones o paradas.

Una vez tomados los datos, se procedió a tabular y graficar por cada variable (corriente, potencia, voltaje), para identificar el intervalo en que oscila cada una de estas variables en determinado tiempo. (Ver figura 23).

De la gráfica de corriente, se observa que durante el temple de las 50 piezas, el valor de la corriente oscila aproximadamente entre 480 y 630 Amperios, presentado mayor cantidad de piezas, por encima de 550 Amperios (Figura 22a).

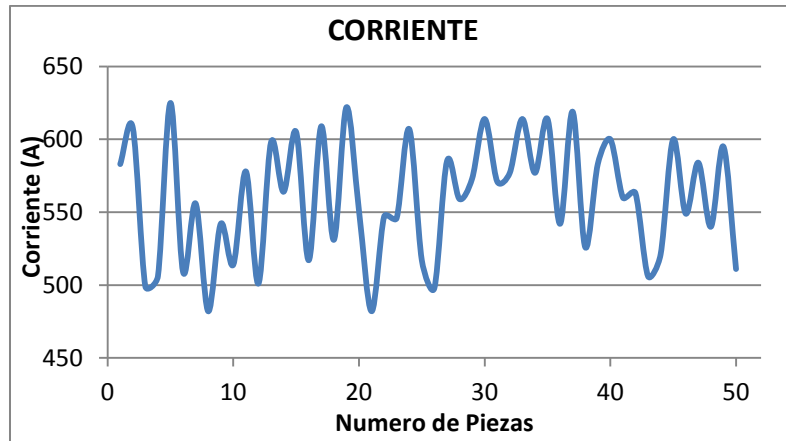
**Tabla 6.** Datos prueba mayor corriente Máquina EFD

Pieza	Hora	Corriente	Voltaje	Potencia
1	08:40	583	551	161
2	08:41	608	552	169
3	08:42	499	551	139
4	08:42	506	550	141
5	08:42	625	550	171
6	08:44	509	551	143
7	08:44	556	550	155
8	08:44	482	551	133
9	08:45	542	551	153
10	08:46	514	551	144
11	08:46	578	550	160
12	08:47	501	551	138
13	08:47	598	552	166
14	08:48	564	549	156
15	08:48	605	550	169
16	08:49	517	551	147
17	08:49	609	549	168
18	08:50	531	549	145
19	08:50	622	549	173
20	08:50	551	551	154
21	08:51	482	551	135
22	08:51	547	550	153
23	08:52	546	550	151
24	08:52	607	550	169
25	08:53	517	551	143
26	08:53	498	549	146
27	08:54	585	551	165
28	08:54	559	551	155
29	08:55	573	551	156
30	08:55	614	551	171
31	08:55	571	551	156
32	08:56	577	551	158
33	08:57	614	551	168
34	08:57	577	550	163
35	08:58	614	553	170
36	08:58	542	551	154
37	08:59	619	551	171
38	08:59	526	551	146
39	08:59	583	552	162
40	09:00	600	552	166
41	09:00	560	551	156
42	09:01	563	551	156
43	09:01	506	552	141
44	09:01	521	552	159
45	09:02	600	553	166
46	09:02	549	552	154
47	09:03	584	552	163
48	09:03	540	551	152
49	09:03	595	553	166
50	09:04	511	552	139

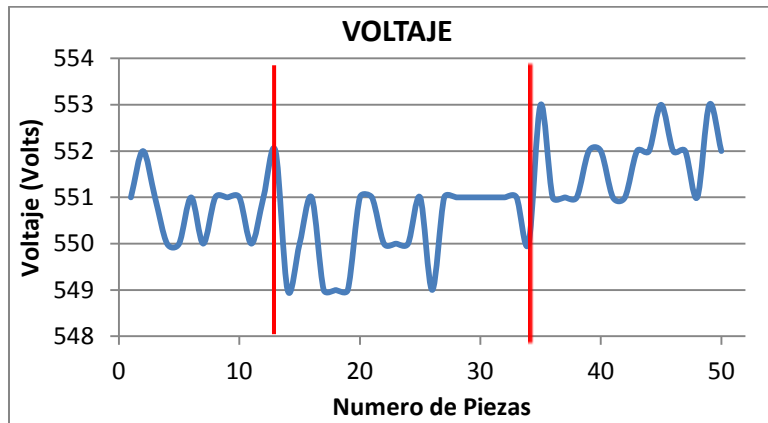
Fuente: Autor

En cuanto a al voltaje, se identifican 3 intervalos de variación (Figura 22b), pero sin exceder el valor, luego se puede decir que el comportamiento del voltaje es uniforme y estable entre 549 y 553 voltios.

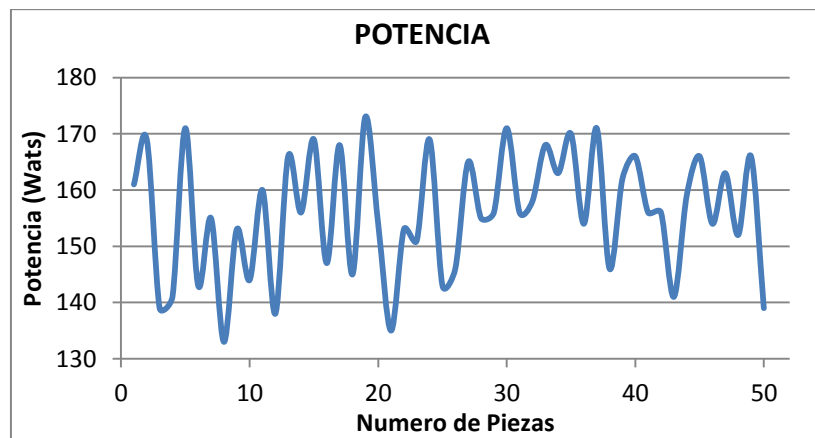
**Figura 23.** Prueba de Corriente, Potencia y Voltaje Máquina EFD – puesto 2



a. Gráfica de Corriente – Puesto 2



b. Gráfica de Voltaje – Puesto 2



c. Gráfica de Potencia – Puesto 2

Fuente: Autor

En cuanto a la potencia su comportamiento es similar al de la corriente, pero su valor oscila entre 134 y 170 Vatios aproximadamente.

Al realizar el corte de la pieza, se encontró que la dureza y capa penetrada se encontraban dentro de especificación, según plan de control de producción, modelo AVEO, el cual se encontraba en producción en el momento de la prueba y contiene las siguientes características.

### **Pista**

Dureza superficial	=53 Rc mínimo
Casco efectivo pista medido a 500 Hv	= 0,8 – 3,0 mm
Longitud perfil de temple pista	= 11,4 mm min

### **Vástago**

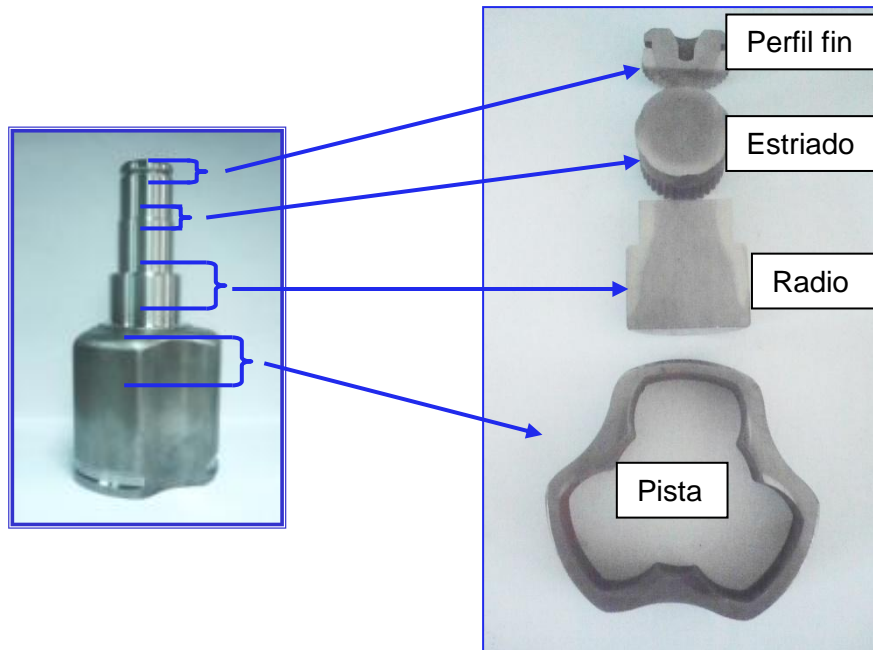
Casco efectivo rodamiento	= 2,7 mm min
Casco efectivo Radio	= 0,8 mm min
Casco efectivo estriado	= 2,5 – 5,0 mm
Distancia perfil fin	= 0,0 – 3,0 mm
Distancia perfil inicio	= 15 - 23 mm
Dureza Superficial vástago	= 50 – 60 Rc

**Tabla 7.** Resultado Mediciones Campana y Vástago Tulipas

<b>Característica</b>	<b>Medida (mm)</b>
Dureza superficial Pista	58 Rc
Casco efectivo pista medido a 500 HV	2,8
Longitud perfil de temple pista	13,8
Casco efectivo rodamiento	3,2
Casco efectivo radio	1,5
Casco efectivo estriado	4,2
Dureza superficial vástago	55Rc
Distancia perfil fin	2,6
Distancia perfil inicio	17

Fuente: Autor

**Figura 24.** Corte Pieza Mayor corriente Máquina EFD - Tulipas



Fuente: Autor

Debido a que las piezas se encontraban dentro de especificaciones (tabla 7) se consultó a mantenimiento el por qué esta variación no afecta la producción ni la calidad de las piezas siendo cifras significativas dentro del proceso de temple.

La respuesta es que la máquina está programada para compensación de energías, de tal forma que si hay un alto de corriente es compensado por el voltaje o potencia, o viceversa, o una combinación de estas, estabilizando la máquina en cuanto a energías y reduciendo en gran medida piezas defectuosas por alguna de estas razones.

**5.1.2.2. Prueba de Potencia.** Se realizó una prueba en planta – Máquina EFD, aumentando y disminuyendo en 5 puntos la potencia, templando dos piezas con esta variación en puesto 1 (tabla 8) y dos piezas en puesto 2 (tabla 9).

Seguidamente se realizó el respectivo corte para hacer la medición y comparar con los datos del software y las piezas de producción.

**Tabla 8.** Resultado Mediciones Variación de potencia Máquina EFD – P1

<b>PUESTO 1 Vástago</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>Real</b>
> Potencia (88%)	450	546	125	83%
< Potencia (78%)	400	549	107	83%

Fuente: Autor

**Tabla 9.** Resultado Mediciones Variación de potencia Máquina EFD – P2

<b>PUESTO 2 Pista</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>Real</b>
> Potencia (98%)	498	545	139	93%
< Potencia (88%)	462	550	128	93%

Fuente: Autor

Valores que se encuentran dentro de los rangos de trabajo de la máquina, y que no han sido detectadas por el software como defectuosas, es decir no genero alarmas por causa de potencia, siendo piezas defectuosas, cuando los efectos de aumento o disminución de potencia tienen una gran influencia en los perfiles de temple, como se muestra a continuación. Se debe tener en cuenta que al realizar la prueba de potencia se encontraba en producción la aplicación AVEO número de parte 350810T.

### **PISTA**

- ◆ A > Potencia perfiles más largos (>14 mm)
- ◆ A < Potencia perfiles más cortos (<14 mm)

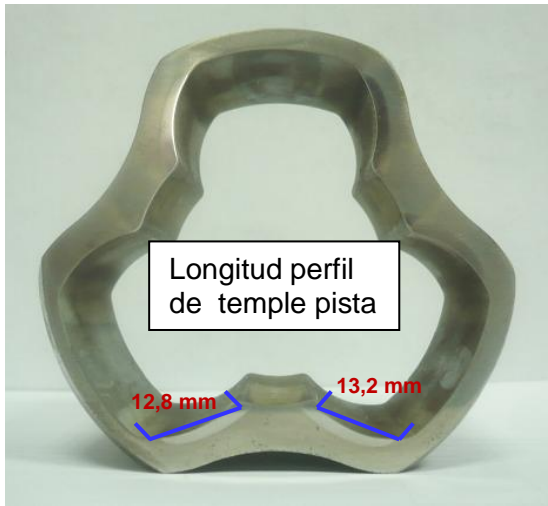
### **VÁSTAGO**

- ◆ A > Potencia perfiles más largos (> 20 - 23 mm)

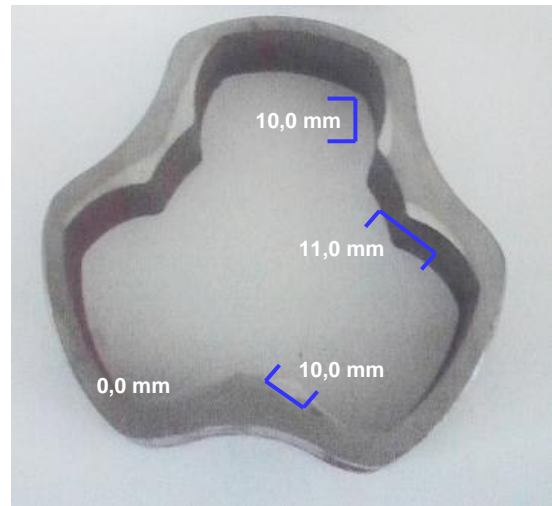
- ♦ A < Potencia perfiles más cortos (< 20 – 23 mm)

En la figura 25 se aprecian los efectos de la variación de la potencia, por aumento o disminución en el corte de pista tulipa AVEO.

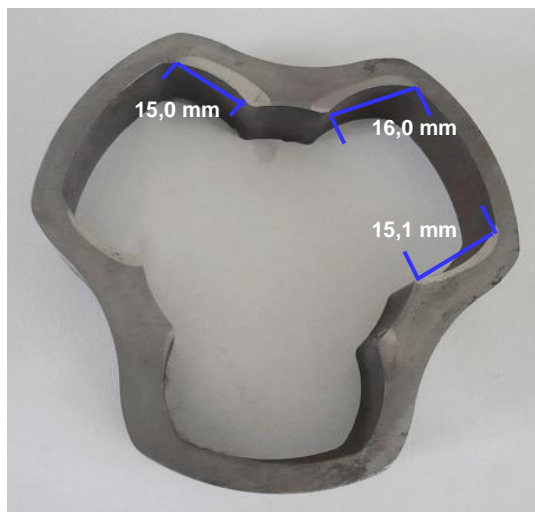
**Figura 25.** Corte pista tulipa AVEO – prueba de potencia



**a. Perfil Normal**



**b. Menor potencia**



**c. Mayor potencia**

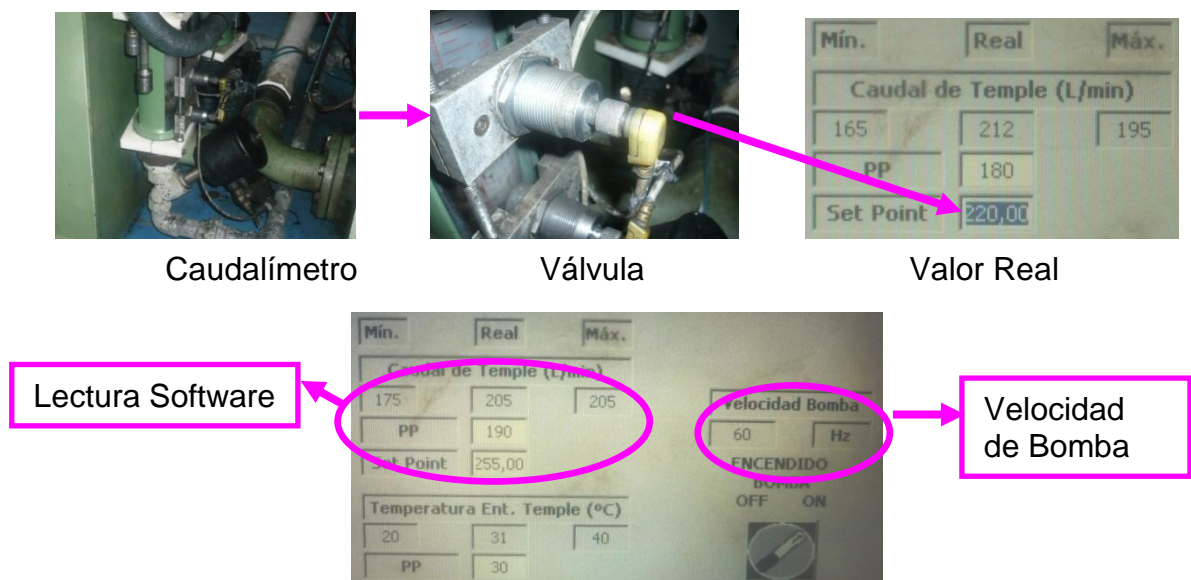
Fuente: Autor

Se consultó con el personal de mantenimiento la conexión del software, para medición de corriente, potencia y voltaje, la cual se encuentra a la entrada del transformador y no a la entrada del inductor donde ocurre el proceso de tratamiento térmico.

**5.1.2.3. Prueba de Caudal.** Se efectuó prueba de control de caudal en EFD (Puesto 1), encontrando que al ajustar el caudal mediante el variador para la estación de temple de vástago, se afecta el caudal de la estación de temple de pista.

Adicionalmente se notó que al ajustar el valor de caudal con el set point en 250 L, la frecuencia del motor de la bomba cae de 60 a 38 Hz, reduciendo el caudal de 250 a 200 L, las cuales son condiciones necesarias para el control de caudal de la estación 1 mediante el software, pero afectan el caudal de temple de la estación 2, debido que disminuye la presión del caudal, afectando las piezas en el temple en cuanto a capa penetrada o dureza superficial.

**Figura 26.** Prueba de caudal Máquina EFD – Puesto 1



Fuente: Autor

Consultando personal de mantenimiento, argumentan que la bomba es necesario cambiarla por una que tenga un motor auto refrigerado, para evitar que cuando baje la frecuencia, se recaliente y se dañe, o que cada estación tenga una bomba independiente que dé el valor exacto de caudal, ya que el suministro de caudal de temple se hace mediante una sola bomba para las dos estaciones.

## **5.2. PROCESAMIENTO DE DATOS Y EMISIÓN DE RANGOS**

**5.2.1. Procesamiento de Datos.** Esta actividad se realizó después de adecuación del sistema por parte del proveedor del software, por lo que se tomaron los datos suministrados por el software durante Julio, Agosto, septiembre y Octubre de cada una de las variables críticas por puesto y por máquina, como son:

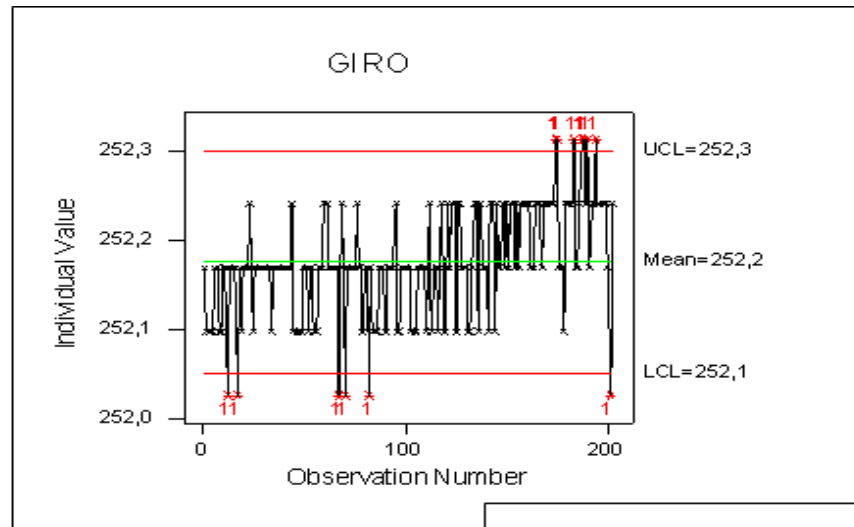
- Corriente
- Potencia
- Voltaje
- Caudal
- Temperatura
- Velocidad de Giro (FDF)

Se seleccionaron siete números de parte por máquina (los más frecuentes) y el análisis de los datos se hizo de forma estadística, para corriente, potencia, voltaje y caudal; y para velocidad de Giro y Temperatura según plan de control de producción y requerimientos de temple por inducción.

**5.2.1.1. Velocidad de Giro.** Se parte del hecho que debe ser constante, es decir el valor para esta variable en la maquina FDF debe ser máximo de 252 rpm, en el proceso de temple, y cuando la máquina está parada o cambia de una pieza a otra baja a cero, luego la variación no muestra cifras significativas para medición

en rpm y cuando se encuentre fuera de este valor se genera una alarma para velocidad de giro indicando un error en el sistema.

**Figura 27.** Gráfica Velocidad de Giro Máquina FDF



Fuente: Software de Estadística Minitab – Transejes – THC

Para la máquina EFD – Tulipas no es posible analizarla, ya que la máquina dentro de su programación inicial para el temple por inducción, se incluyó un valor constante de 300 rpm, luego las gráficas son una línea recta constante y el valor nunca cambia.

La figura 27 muestra el comportamiento de la velocidad de giro para la máquina FDF, tomando un lote de 200 piezas y utilizando el software de estadística “Minitab Release 13.32”,<sup>26</sup> el cual establece rangos de forma automática según la distribución de los valores ingresados.

De la figura 27 se observa que la velocidad de giro permanece en 252 rpm mostrando un comportamiento uniforme y constante, ya que se comprobó durante

<sup>26</sup> Programa de aplicación estadística general para facilitar el análisis de datos.

varios días que el valor de 252 rpm se mantiene, independiente del modelo o número de parte que este en producción.

Para esta variable el software emite una señal de alarma, cuando se encuentra por fuera de 252 rpm, sea en 1 rpm hacia arriba o hacia abajo e indica cuando para la máquina, bajando a 0 rpm; luego el valor de velocidad de giro debe ser de 252 rpm cuando la máquina esta templando y de 0 rpm cuando no esta en producción.

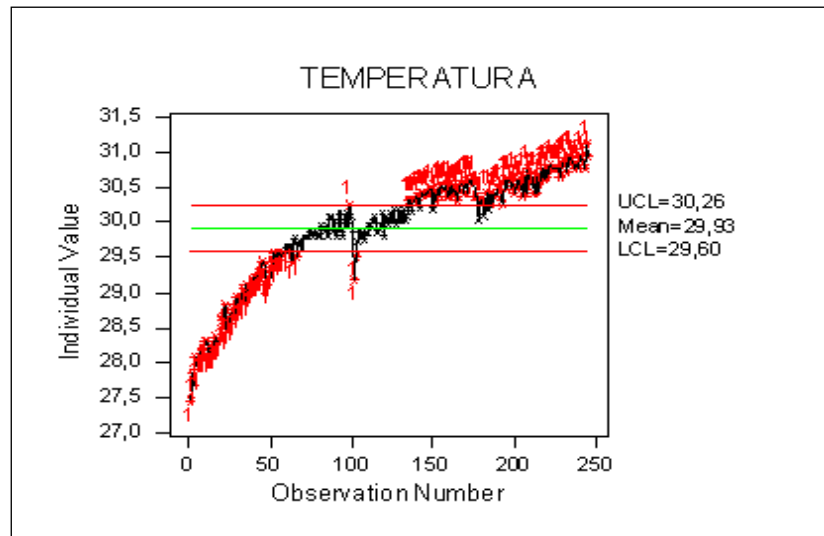
**5.2.1.2. Temperatura.** La temperatura del medio de temple no se analizó de forma estadística, por ser una función creciente con el tiempo, lo cual es normal en el proceso de temple, ya que esta va aumentando a medida que se trabaja sin interrupción (Figura 28).

Se tendrá en cuenta el hecho que teóricamente para que el temple sea “bueno” no debe sobrepasar los 35° C, y según plan de control de producción la temperatura de caudal de temple al hacer la medición debe estar entre 25 – 32° C para ser aceptable.

Esto porque enfriamientos realizados con agua muy caliente ocasionan durezas superficiales bajas, y enfriamientos con agua muy fría ocasiona durezas superficiales elevadas y probabilidad de fisuras.

Además de un lote de 250 piezas se observa que la temperatura aumenta dos grados al inicio del trabajo hasta las 50 piezas, y a medida que aumenta la producción la temperatura tiende a ser estable y solo aumenta en un grado cada 100 piezas, sin sobrepasar los 33° C.

**Figura 28.** Gráfica Temperatura Medio de Temple Máquina FDF



Fuente: Software de Estadística Minitab – Transejes -THC

El bajo de temperatura que muestra la gráfica significa una parada de la máquina, donde la temperatura del medio de temple tiende a descender un poco mientras inicia de nuevo la producción, siendo esto una apreciación normal y una forma de verificar que el software lee valores de temperatura correctamente.

**5.2.1.3. Potencia, Corriente, Voltaje y Caudal.** Su análisis se realizó de forma estadística, para encontrar la variación real de la máquina y relacionarla con el proceso de temple por inducción.

**¿Por qué corriente, potencia, voltaje y caudal de forma estadística?**

- Porque al tener una distribución de valores de cada variable, que no son iguales pero si muy cercanos, se deben buscar los límites naturales de trabajo, es decir donde el proceso sea estable.

- Ahora la forma de realizarlo se basa en el proceso de control estadístico , que lo que busca es definir la franja normal de trabajo de un proceso debido a causas comunes y especiales, que en este caso, las causas comunes son las variables críticas monitoreadas y las especiales, cuando ocurre alguna eventualidad que altere alguna de las causas comunes.

El filtro se hizo de la siguiente forma:

- Tomando un intervalo de tiempo de hora y media a dos horas donde aproximadamente se templan entre 100 y 150 piezas.
- Seguidamente se filtraron los datos por el valor máximo de temple de las variables caudal, corriente, velocidad de giro, potencia, temperatura y voltaje, para cada pieza templada, creando una base de datos de diferentes horas, según número de parte, en la mañana en la tarde y en la noche para observar la variación de la máquina de la estación 1 y la estación 2. (Figura 29).

Se realizó el mismo ejercicio al finalizar cada mes, encontrando la variación de la máquina en cuanto a corriente, potencia, voltaje y caudal, para las máquinas EFD y FDF.

Teniendo la base de datos se realizó otro filtro según los siete modelos o números de parte seleccionados para el estudio, para así definir los rangos de trabajo de cada máquina y de cada estación. Este filtro se realizó en base a los cambios de número de parte en cada línea, los cuales son registrados por el software al momento de la programación y se verificaron, mediante visitas a las dos líneas en planta observando las cartas de puesta a punto y planes de control de producción.

**Figura 29.** Filtro de datos Estación 1 y 2 Máquina EFD - Tulipas

A	B	C	D	B	C	D	E	F	G	H	
1	Trend Name	Number of Curves	DateFrom	DateTo	FECHA/HORA	CAUDAL	CORRIENTE	GIRO	POTENCIA	TEMPER.	VOLTAJE
2	FDf - PUEST	6	30/08/2010 16:34	30/08/2010 19:02	30/08/2010 16:34	0	0	126,808449	161,097809	30,266205	0
3	Pen Number	Pen Name	Minimum	Maximum	30/08/2010 16:34	0	0	126,808449	161,097809	30,266205	0
4	0	CAUDAL	0	29,224548	30/08/2010 16:34	0	0	126,808449	161,097809	30,266205	0
5	1	CORRIENTE	0	647,664612	30/08/2010 16:34	0	0	126,808449	161,097809	30,266205	0
6	2	GIRO	126,012733	253,182877	30/08/2010 16:34	0	0	126,808449	161,097809	30,266205	0
7	3	POTENCIA	0	164,500168	30/08/2010 16:34	0	0	180,917236	161,097809	30,208344	0
8	4	TEMPERATURA	30,034729	30,67131	30/08/2010 16:34	0	0	252,459488	161,097809	30,208344	0
9	5	VOLTAJE	0	441,177673	30/08/2010 16:34	20,949081	626,133972	253,038193	0	30,266205	427,263123
10	Pen Number	Date	Value		30/08/2010 16:34	22,627319	0	253,038193	0	30,208344	0
11	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:34	28,182877	0	253,110535	160,050186	30,266205	0
12	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:34	18,460663	0	126,736115	0	30,150467	0
13	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:34	0	574,344238	253,110535	160,050186	30,208344	431,2724
14	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:35	0	641,263611	253,038193	0	30,150467	425,926697
15	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:35	25,925934	0	252,965851	159,70076	30,208344	0
16	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:35	28,472229	0	253,038193	0	30,150467	0
17	0	30/08/2010 16:34	20,949081		30/08/2010 16:35	9,664352	0	126,663773	159,70076	30,208344	0
18	0	30/08/2010 16:34	22,627319		30/08/2010 16:35	7,118057	0	126,663773	0	30,150467	0
19	0	30/08/2010 16:34	28,182877		30/08/2010 16:35	0	624,388245	253,110535	159,70076	30,150467	431,901306
20	0	30/08/2010 16:34	18,460663		30/08/2010 16:35	0	0	252,965851	0	30,150467	0
21	0	30/08/2010 16:34	0		30/08/2010 16:35	27,025467	0	253,182877	159,38179	30,208344	0
22	0	30/08/2010 16:35	0		30/08/2010 16:35	28,645844	0	253,110535	0	30,150467	0
23	0	30/08/2010 16:35	25,925934		30/08/2010 16:35	6,712967	0	126,808449	159,38179	30,208344	0
24	0	30/08/2010 16:35	28,472229		30/08/2010 16:35	0	0	126,736115	0	30,150467	0
25	0	30/08/2010 16:35	9,664352		30/08/2010 16:36	0	631,953064	253,110535	159,38179	30,208344	431,03656
26	0	30/08/2010 16:35	7,118057		30/08/2010 16:36	5,208344	0	252,965851	0	30,092606	0
27	0	30/08/2010 16:35	0		30/08/2010 16:36	27,430557	0	253,182877	157,267319	30,208344	0
28	0	30/08/2010 16:35	0		30/08/2010 16:36	28,935196	0	253,110535	0	30,092606	0
29	0	30/08/2010 16:35	27,025467		30/08/2010 16:36	0	0	126,736115	157,267319	30,150467	0
30	0	30/08/2010 16:35	28,645844		30/08/2010 16:36	0	0	249,204285	0	30,092606	0

Fuente: Software de Monitoreo Transejes - THC

Además se verificó la fecha de producción de las piezas con los datos del software, mediante un documento de planta llamado secuencia de fabricación,<sup>27</sup> el cual contiene los modelos y número de piezas fabricadas por día y por línea al inicio y fin de cada mes de producción, para asegurar que los datos del filtro correspondan con los del modelo a analizar, los cuales se especifican en la tabla 10 y 11.

<sup>27</sup> Documento interno que define la programación de la producción de acuerdo a la demanda.

**Figura 30.** Ejemplo Base de datos después del filtro para Máquinas FDF Y EFD

A	B	C	D	E	F	G	H
PIEZA	FECHA/HORA	CAUDAL	CORRIENTE	GIRO	POTENCIA	TEMPER.	VOLTAJE
1	30/08/2010 16:34	28,182877	626,133972	253,038193	161,097809	30,266205	427,263123
2	30/08/2010 16:35	28,472229	641,263611	253,038193	160,050186	30,150467	425,926697
3	30/08/2010 16:35	28,645844	624,388245	253,110535	159,70076	30,150467	431,901306
4	30/08/2010 16:36	28,935196	631,953064	253,110535	159,38179	30,208344	431,03656
5	30/08/2010 16:36	28,472229	641,84552	253,038193	160,457443	30,150467	433,001892
6	30/08/2010 16:36	28,587967	639,517883	252,965851	157,756653	30,092606	427,263123
7	30/08/2010 16:37	28,877319	643,591248	252,965851	158,936737	30,092606	427,734802
8	30/08/2010 16:37	28,761581	641,84552	253,110535	157,456879	30,150467	431,822693
9	30/08/2010 16:38	28,530106	620,89679	253,038193	152,430481	30,150467	431,586853
10	30/08/2010 16:38	28,472229	633,698792	253,110535	157,925339	30,150467	431,351013
11	30/08/2010 16:39	19,097229	630,207336	253,038193	158,530365	30,092606	427,027283
12	30/08/2010 16:39	28,703705	631,371155	252,965851	158,530365	30,034729	426,634216
13	30/08/2010 16:40	28,645844	624,970154	253,038193	160,632065	30,092606	431,03656
14	30/08/2010 16:40	28,587967	632,534973	253,038193	158,570633	30,092606	429,621521
15	30/08/2010 16:41	28,703705	626,715881	253,038193	153,887512	30,150467	431,586853
16	30/08/2010 16:41	28,356491	629,043518	253,038193	154,516159	30,092606	430,486267
17	30/08/2010 16:42	28,298615	623,224426	253,038193	156,606689	30,150467	430,80072
18	30/08/2010 16:42	28,935196	626,133972	253,038193	160,166489	30,150467	433,001892
19	30/08/2010 16:43	29,166672	629,043518	252,965851	160,166489	30,092606	425,926697
20	30/08/2010 16:43	28,645844	635,444519	252,965851	155,742371	30,150467	425,690857
21	30/08/2010 16:44	28,819458	613,913879	253,110535	152,917419	30,208344	431,429626
22	30/08/2010 16:44	28,587967	626,133972	252,965851	159,584915	30,150467	425,376404
23	30/08/2010 16:45	28,819458	634,86261	253,038193	156,262497	30,266205	432,451599
24	30/08/2010 16:45	28,298615	634,86261	253,038193	161,241226	30,266205	432,372986
25	30/08/2010 16:46	28,472229	633,116882	252,965851	155,947754	30,150467	433,001892
26	30/08/2010 16:46	28,935196	637,772156	252,893524	156,949707	30,150467	427,813416
27	30/08/2010 16:47	29,10881	623,806335	252,965851	142,580704	30,208344	426,948669
28	30/08/2010 16:47	28,935196	641,84552	252,965851	158,010376	30,208344	426,398376
29	30/08/2010 16:48	28,993057	627,8797	253,038193	156,937592	30,324081	432,923279

Fuente: Autor

**Tabla 10.** Modelos y números de parte seleccionados para el estudio Máquina FDF

Modelo	No. De parte
Twingo	363832T
Spark	363827T
Corolla	363402T
Aveo	363408T
Optra	363406T
Logan	363835T
Fiesta	360803T

Fuente: Archivo producción Transejes – THC

**Tabla 11.** Modelos y números de parte seleccionados para el estudio – Máquina EDF

<b>Modelo</b>	<b>No. De parte</b>
Aveo	350810T
Optra	350811T
Logan	350908T
Megane	350238T
Vitara	350805T
Fiesta	350907T
Spark	350922T

Fuente: Archivo producción Transejes - THC

**5.2.2. Definición de rangos de trabajo.**<sup>28</sup> La definición de rangos de trabajo se hizo en base a análisis estadístico y con ayuda del software “Minitab Statistical release 13.32”, tomando una serie de datos ya filtrados por modelo e ingresándolos al software el cual genera una gráfica, donde automáticamente se calculan límites de control superiores e inferiores para corriente, potencia, voltaje y caudal.

Los límites de control son el rango máximo al que puede llegar cada variable sin generar alarmas ni errores en el proceso de temple y están definidos como el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI).

Se tomó como ejemplo un número de parte para dar una breve explicación de los pasos realizados para el cálculo de rangos de cada variable y a continuación se presentan las tablas con los rangos definidos para la programación de la máquina al momento de la puesta a punto.

Tomando un lote de 164 piezas de aplicación AVEO número de parte 350810T, filtrados y ordenados por fecha y hora en archivo de excell (como ejemplo ir a figura 30), se determinó un promedio de cada una de las variables y se halló el máximo y el mínimo, a la vez que se halló la diferencia entre el valor de cada pieza

---

<sup>28</sup> En estadística se define como rango o recorrido, al intervalo de menor tamaño que contiene a los datos.

y se promedió (Figura 31) para poder utilizar la siguiente fórmula para hallar los límites de control superiores e inferiores.

$$LCS \text{ ó } LCI = x \pm (y * 2,66) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde LCS y LCI corresponden al límite de control superior o límite de control inferior, x es el valor promedio de 200 piezas para cada variable, y es el valor promedio de la diferencia entre cada pieza y 2,66 es una constante que otorga el software según la distribución de los valores.

Entonces tomando como referencia la variable caudal (figura 31), obtenemos los siguientes datos:

X = 197,727529

Y = 1,08533556

Figura 31. Ejemplo Cálculo de Límites de control según software

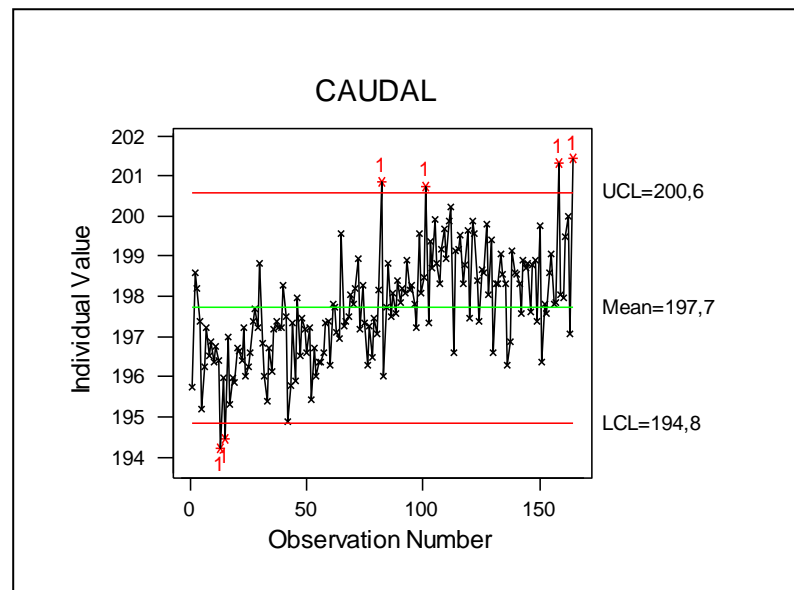
EFD PUESTO 1											N.PAP 760
PIEZA	FECHA/HORA	CAUDAL	CORRIENTE	POTENCIA	TEMPER.	VOLTAJE					
147	31/07/2010 07:41	198,784729	1,15741	416,308472	9,076172	113,481628	2,8052	28,472229	0	548,984436	1,90918
148	31/07/2010 07:41	198,900467	0,115738	416,564819	0,265347	115,663673	2,182045	28,530106	0,057877	547,934387	1,050049
149	31/07/2010 07:42	197,395828	1,504639	414,001343	2,563476	113,865593	1,79808	28,703705	0,173599	551,370911	3,436524
150	31/07/2010 07:42	199,768524	2,372696	428,356812	14,356469	117,592171	3,726578	28,587967	0,115738	551,848206	0,477295
151	31/07/2010 07:43	196,354172	3,414352	433,740112	5,3833	120,026184	2,434013	28,530106	0,057861	547,838928	4,009278
152	31/07/2010 07:43	197,800919	1,446747	418,615601	15,124511	114,087456	5,938728	28,530106	0	550,607239	2,768311
153	31/07/2010 07:44	197,569443	0,231476	424,255249	5,639648	115,577698	1,490242	28,587967	0,057861	549,461731	1,145508
154	31/07/2010 07:44	198,611115	1,041672	415,026733	9,228516	114,001434	1,576264	28,645844	0,057877	551,084534	1,622803
155	31/07/2010 07:45	199,074081	0,462966	423,742554	8,715821	117,236275	3,234841	28,645844	0	549,652649	1,431885
156	31/07/2010 07:45	197,800919	1,273162	409,89978	13,842774	113,157913	4,078362	28,645844	0	549,652649	0
157	31/07/2010 07:46	197,858795	0,057876	415,026733	5,126953	114,344536	1,186623	28,819458	0,173614	549,748108	0,095459
158	31/07/2010 07:46	201,331024	3,472229	419,128296	4,101563	114,365784	0,021248	28,935196	0,115738	548,984436	0,763672
159	31/07/2010 07:47	198,03241	3,298614	412,463257	6,665039	112,137947	2,227837	28,993057	0,057861	549,270813	0,286377
160	31/07/2010 07:48	197,974533	0,057877	416,564819	4,101562	113,689255	1,551308	28,703705	0,289352	549,843567	0,572754
161	31/07/2010 07:48	199,479172	1,504639	431,432983	14,868164	119,744423	6,055168	28,761581	0,057876	548,888977	0,95459
162	31/07/2010 07:49	200	0,520828	420,410034	11,022949	115,317955	4,426468	28,819458	0,057877	550,129944	1,240967
163	31/07/2010 07:50	197,048615	2,951385	424,511597	4,101563	117,612816	2,294861	28,935196	0,115738	549,843567	0,286377
164	31/07/2010 07:50	201,446762	4,398147	417,59021	6,921387	115,994408	1,618408	28,761581	0,173615	549,939026	0,095459
	PROMEDIO	197,727529	1,08533556	420,788303	6,4102641	116,642679	2,2708789	27,405862	0,1065101	557,324874	1,08577275
	MAX	201,446762		433,740112		121,699524		28,993057		573,803772	
	MIN	194,212967		406,567261		111,804535		25,636581		547,838928	
	RANGO	1,82923314		3,22880303		4,24158168		6,1236461		2,3294173	
		2,66		2,66		2,66		2,66		2,66	
	LSC	200,614522		437,839606		122,683217		27,689179		560,213029	
	LIC	194,840537		403,737001		110,602141		27,122545		554,436718	

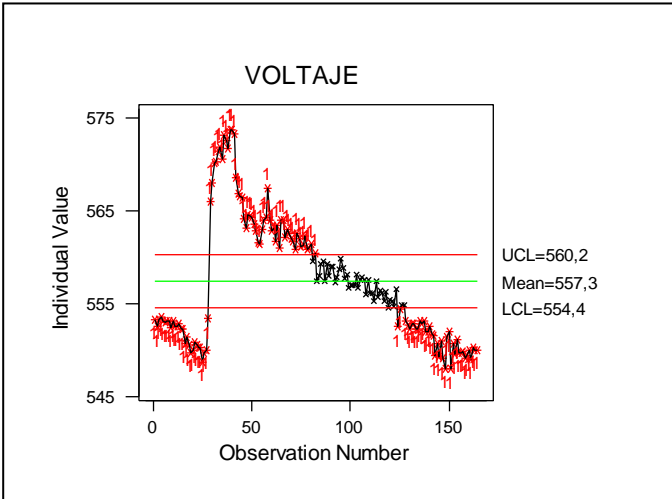
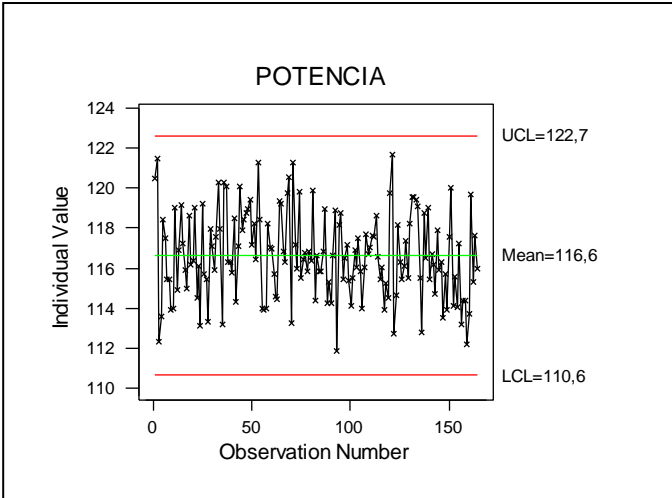
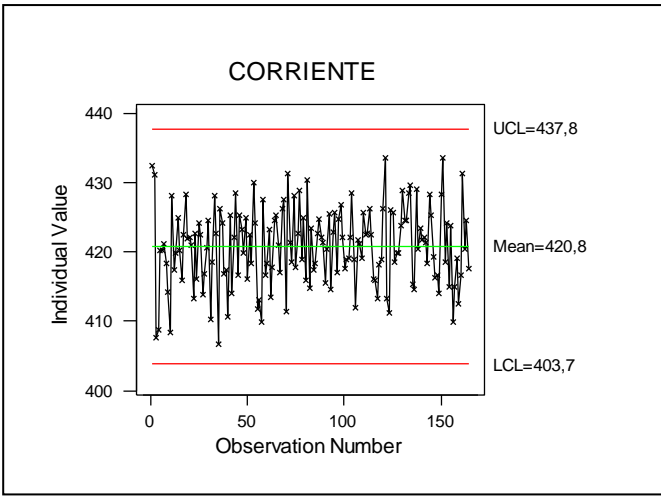
Fuente: Autor

Cabe resaltar que el software Minitab realiza todos estos cálculos de forma automática y genera una gráfica visualizando el comportamiento de cada una de las variables junto con sus límites de control establecidos (líneas rojas), así como el promedio de los valores (línea verde) como se muestra en la figura 32, para cada variable.

El software realiza los cálculos de esta forma, porque dentro de sus aplicaciones, para una distribución de valores como los de corriente, potencia, voltaje y caudal, los cuales no son iguales pero si muy cercanos, encuentra los límites naturales de trabajo para cada una de las variables, es decir donde el proceso sea estable, definidos como LCS y LCI, indicando que las piezas que se encuentren fuera de estos límites serán marcadas como rechazos y deben ser retiradas de producción.

Figura 32. Gráficas Límites de control de variables - Máquina EFD – Puesto 1





Fuente: Software de Estadística Minitab - Transejes - THC

Teniendo definidos los límites de control superiores e inferiores para cada variable, se realiza el cálculo del rango el cual será programado en la máquina al momento de la puesta a punto, de la siguiente forma:

Resto el límite de control superior del inferior y dividido entre dos.

$$\text{Valor rango} = (\text{LCS} - \text{LCI}) / 2$$

Ecuación 2

Se realiza de esta forma porque la programación de la máquina esta diseñada para establecer rangos de forma automática a partir de un valor nominal o de referencia, que en este caso es el promedio de todos los valores y el rango es la variación de dicho valor por encima y por debajo de este, ejemplo:

Tomando los datos de caudal de la figura 30:

LCS = 200,6, LCI = 194,6 y Promedio = 197,7; todos en L/min.

$(200,6 - 194,8) / 2 = 2,9$  el cual es la variación del caudal, y 197,7 es el valor nominal o de referencia.

Sumando a 197,7  $\longrightarrow$  2,9, encuentro el máximo de caudal = 200,6 y

Restando a 197,7  $\longrightarrow$  2,9, encuentro el mínimo de caudal = 194,8

Los cuales son los límites de control que no debe sobrepasar el temple de una pieza, en este caso para el puesto 1 de la máquina EFD, donde el software enviará una señal de alarma indicando mayor variación en el proceso.

Para la máquina juntas fijas la forma de programación es mediante porcentajes como se observa en el manual de operación de juntas fijas,<sup>29</sup> luego se toma el valor de la ecuación 2 y se divide por el promedio de los datos de cada variable y se multiplica por 100 para obtener el valor del porcentaje a programar.

---

<sup>29</sup>Ver anexo 7

$$\%Rango = (\text{Valor rango} / \text{promedio}) * 100$$

Ecuación 3

Como ejemplo se citan los cálculos de los rangos para las gráficas anteriores máquina EFD – puesto 1.

**Caudal** :  $(200,6 - 194,8) / 2 = 2,9$   
**Corriente** :  $(437,8 - 403,7) / 2 = 17,05$   
**Potencia** :  $(122,7 - 110,6) / 2 = 6,05$   
**Voltaje** :  $(560,2 - 554,4) / 2 = 2,9$

Este procedimiento se realizó durante cuatro meses al final de cada mes, obteniendo del software de monitoreo los datos y del software Minitab las gráficas para cada variable y para cada número de parte, para después analizar y tabular todos los datos, obteniendo los rangos definitivos por número de parte que se especifican en las siguientes tablas 12 – 18 para la máquina FDF Juntas fijas y tablas 20 a 26 para máquina EFD Tulipas.

✓ **Cálculos rangos de trabajo Máquina FDF**

**Tabla 12.** Rangos de Trabajo Aplicación Aveo - Maquina FDF

363408T AVEO								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
<b>CAUDAL</b>	30.48	28.03	54.23	40.83	1.2	6.7	4.1	6.7
<b>CORRIENTE</b>	700.3	569	680	627.2	65.6	26.4	10.2	4
<b>POTENCIA</b>	179.1	150.09	171.1	156.8	14.5	7.15	8.7	4.35
<b>VOLTAJE</b>	444	423.4	444.2	424.4	10.3	9.9	2.4	2.3

**Tabla 13.** Rangos de Trabajo Aplicación Optra – Máquina FDF

363406T OPTRA								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	29.83	28.19	57.82	43.23	0.82	7.3	3.0	17
CORRIENTE	661.8	609.8	604.8	583.4	26	10.7	4.3	2.0
POTENCIA	167.2	152.1	152.3	143.9	7.55	4.2	5.0	3.0
VOLTAJE	441.1	423.4	445	425.3	8.85	9.85	2.1	2.3

**Tabla 14.** Rangos de Trabajo Aplicación Twingo – Máquina FDF

363832T TWINGO DERECHO								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	28.12	26.66	53.66	42.31	0.76	5.6	2.8	12
CORRIENTE	600.78	519.95	645	600	40.4	22.5	7.0	3.6
POTENCIA	149.6	139.3	162.57	153.21	5.15	4.7	3.5	3.0
VOLTAJE	443.26	424.81	443.5	424.6	9.22	9.45	2.1	2.2

**Tabla 15.** Rangos de Trabajo Aplicación Spark – Máquina FDF

363827T SPARK								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	26.67	25.05	51.87	40.33	0.81	5.77	3.2	14
CORRIENTE	593	516.0	671.3	641.7	38.5	14.8	7.5	2.3
POTENCIA	148.09	134.24	167.6	160.2	7.83	3.7	5.43	2.3
VOLTAJE	436.5	417.5	437.3	419.4	9.5	8.95	2.2	2.1

**Tabla 16.** Rangos de Trabajo Aplicación Corolla – Máquina FDF

363402T COROLLA								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	27.3	26	48.04	36.06	0.65	6	2.5	14
CORRIENTE	620	562	687	640	29	23.5	5	4
POTENCIA	154.26	141.14	170.15	161.57	6.6	4.3	4.4	2.6
VOLTAJE	433.8	420.2	437	418	6.8	9.5	2	2.2

**Tabla 17.** Rangos de Trabajo Aplicación Corolla – Máquina FDF

363835T LOGAN								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	26.73	25.7	53.2	47.5	0.5	3	2	6.3
CORRIENTE	630.7	591.6	598.4	571.2	19.5	13.5	3.5	2.4
POTENCIA	159.01	146.09	147.6	141.2	6.5	3.2	4.4	2.3
VOLTAJE	445.09	417.8	444.2	424.2	13.6	10	3.3	2.4

**Tabla 18.** Rangos de Trabajo Aplicación Fiesta – Máquina FDF

363803T FIESTA								
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO		PORCENTAJE	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2	%P1	%P2
CAUDAL	29.4	27.5	58.2	46.5	0.95	5.85	3.5	12
CORRIENTE	587.3	521.6	580	502.1	32.8	38.9	6.3	8
POTENCIA	146.5	131.6	140.2	123.2	7.5	8.5	6	7
VOLTAJE	440.2	428.5	442.3	422.1	5.85	10.1	2	2.4

Fuente tablas 12 a 18: Autor

En la tabla 19 se presenta un resumen de los rangos de programación para la máquina FDF, identificándolos con un color diferente, para facilitar la visualización del número de parte y la programación.

Se debe tener en cuenta que para Velocidad de giro y temperatura, los valores de programación son constantes, aunque al inicio de cada puesta punto se debe verificar dicho valor en el panel de control de la máquina para cada estación.

**Tabla 19.** Tabla Resumen de Rangos Máquina FDF

VARIABLE	AVEO 363408T		OPTRA 363406T		TWINGO 363832T		SPARK 363827T		COROLLA 363402T		LOGAN 363835T		FIESTA 363803T	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	CAUDAL	2,0	7,0	1,0	8,0	1,0	6,0	1,0	6,0	1,0	7,0	1,5	3,5	2,0
CORRIENTE	66	27	26	11	42	23	39	15	29	24	20	14	33	39
POTENCIA	15	8,0	8,0	5,0	6,0	5,0	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0	4,0	8,0	9,0
VOLTAJE	11	10	9,0	10	9,5	10	9,5	9,0	7,0	10	14	10	6,0	11
GIRO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TEMPERAT.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Ayuda Visual de Programación Panel - Máquina FDF

✓ Cálculos rangos de trabajo Máquina EDF

Tabla 20. Rangos de Trabajo Aplicación Aveo – Máquina EFD

350808T AVEO						
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2
CAUDAL	200.6	157.2	***	***	21.7	***
CORRIENTE	536.6	403.7	515.6	425.5	66	45.1
POTENCIA	151.5	110.1	146.3	124.1	20.7	11.1
VOLTAJE	560.4	549.5	560.4	551.7	5.5	4.4

Tabla 21. Rangos de Trabajo Aplicación Optra – Máquina EFD

350811T OPTRA						
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2
CAUDAL	205.6	204.7	***	***	0.45	***
CORRIENTE	433.4	388.6	559.5	432.4	22.4	63.5
POTENCIA	120.2	104.4	156.5	119.9	8	18.3
VOLTAJE	557.3	551.8	557.5	551.3	2.8	3.1

Tabla 22. Rangos de Trabajo Aplicación Logan – Máquina EFD

350908T LOGAN (sin Vástago)						
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2
CAUDAL			***	***		***
CORRIENTE			649.1	377.3		135.9
POTENCIA			183.3	104.93		39.2
VOLTAJE			562.1	556.3		2.9

Tabla 23. Rangos de Trabajo Aplicación Megane – Máquina EFD

350238T MEGANE (sin Vástago)						
VARIABLE	PUESTO 1		PUESTO 2		RANGO	
	LSC	LIC	LSC	LIC	P1	P2
CAUDAL			***	***		***
CORRIENTE			620,6	452,3		84,2
POTENCIA			180,5	105,2		37,65
VOLTAJE			560,7	549,9		5,4

**Tabla 24.** Rangos de Trabajo Aplicación Vitara – Máquina EFD

<b>350805T VITARA</b>						
<b>VARIABLE</b>	<b>PUESTO 1</b>		<b>PUESTO 2</b>		<b>RANGO</b>	
	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>CAUDAL</b>	205,5	200,1	***	***	2,7	***
<b>CORRIENTE</b>	448	409	527,6	426,3	19,5	50,5
<b>POTENCIA</b>	128	113,8	152	120,3	7,5	16
<b>VOLTAJE</b>	562,3	550,3	563,4	552,3	6	5,5

**Tabla 25.** Rangos de trabajo Aplicación Fiesta - Máquina EDF

<b>350907T FIESTA</b>						
<b>VARIABLE</b>	<b>PUESTO 1</b>		<b>PUESTO 2</b>		<b>RANGO</b>	
	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>CAUDAL</b>	202.6	167.1	***	***	17.8	***
<b>CORRIENTE</b>	546.5	412.6	525.7	435.8	66,9	44.9
<b>POTENCIA</b>	149.5	109.2	156.3	134.2	20.2	11.05
<b>VOLTAJE</b>	568.4	559.3	572.4	561.7	4.6	5.4

**Tabla 26.** Rangos de trabajo Aplicación Spark - Máquina EDF

<b>350922T SPARK</b>						
<b>VARIABLE</b>	<b>PUESTO 1</b>		<b>PUESTO 2</b>		<b>RANGO</b>	
	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>LSC</b>	<b>LIC</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>CAUDAL</b>	205,9	196,3	***	***	4,8	***
<b>CORRIENTE</b>	414,7	364,8	607,8	487,7	24,9	58,5
<b>POTENCIA</b>	122,81	101,5	182,07	116,6	10,6	32,73
<b>VOLTAJE</b>	555,9	550,4	557,2	548,2	2,7	3,0

Fuente tablas 20 a 26: Autor

En la tabla 27 se presenta un resumen de los rangos de programación para la máquina EDF, identificándolos con un color diferente, para facilitar la visualización del número de parte y la programación.

Se debe tener en cuenta que para Velocidad de giro y temperatura, los valores de programación son constantes, aunque al inicio de cada puesta punto se debe verificar dicho valor en el panel de control de la máquina para cada estación, además que para las aplicaciones Logan y Megane no existe valores de programación para el puesto 1, debido que es un modelo sin vástago.

**Tabla 27.** Tabla Resumen de Rangos Máquina EDF

VARIABLE	AVEO 350808T		OPTRA 350811T		LOGAN 350908T		MEGANE 350238T		VITARA 350805T		FIESTA 350907T		SPARK 350922T	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CAUDAL	22	***	10	***		***		***	5,0	***	18	***	10	***
CORRIENTE	66	46	23	64		136		85	20	52	67	44.9	25	60
POTENCIA	22	14	12	19		40		38	8,0	18	22	11.05	12	33
VOLTAJE	6,0	5,0	3,0	3.2		3,0		6,0	6,0	6,0	5,0	6,0	4,0	4,0
TEMPERAT.	3,5	3,5	3,5	3,5		3,5		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Fuente: Ayuda Visual de Programación Panel - Máquina EDF

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### ➤ **Temperatura**

Las líneas de juntas fijas y tulipas cuentan con un monitoreo de temperatura del medio de temple mediante el software, el cual registra valores en tiempo real, del incremento o disminución de la temperatura, estén o no en producción.

Es posible detectar cuando la máquina se detiene, al graficar la temperatura del medio de temple, ya que los datos caen levemente en un intervalo de tiempo determinado, sin sobrepasar los límites establecidos de temperatura, indicando el enfriamiento del medio de temple.

Después del análisis de los datos obtenidos por el software de monitoreo durante cuatro meses, se observa que el valor del rango de programación de temperatura del caudal de temple permanecerá constante en las dos máquinas, según tablas resumen 19 y 25, debido a que el valor real de la temperatura del caudal monitoreada por el software nunca paso por encima de 35° C, ni fue menor de 25°C (temperatura ambiente).

### ➤ **Velocidad de Giro**

La línea de juntas fijas cuenta con monitoreo de la velocidad de giro en tiempo real, con emisión de alarmas cuando sobrepase o disminuya los 252 rpm, indicando la falla en el proceso por causa de esta variable, además de identificar la parada de la máquina cuando esta cae a cero.

### ➤ **Caudal**

Las líneas de juntas fijas y tulipas cuentan con un control de caudal de temple, el cual puede ser automatizado por medio del software si se tienen en cuenta las siguientes recomendaciones:

✓ **Máquina EFD Tulipas:**

Que se realice la medición de caudal independiente para cada estación, instalando una bomba y un sistema de control de caudal para cada estación.

Así será posible abrir las válvulas del caudal completamente y tener el control por medio del panel de control de la máquina, permitiendo la automatización de esta variable y el control independiente de caudal, detectando así posibles fallas con respecto al aumento o disminución de este, y así conocer el valor real de caudal de temple que requiere cada estación.

✓ **Máquina FDF Juntas Fijas:**

Instalar nuevamente el variador de frecuencia que se requiere para la lectura y control del caudal del puesto 1, permitiendo así el funcionamiento de todo el sistema en conjunto, el cual presenta falla cuando alguno de sus elementos no funciona correctamente, debido a la comunicación profibus con la cual ha sido diseñado el sistema. De esta forma se implantará el set point para cada estación con los datos procesados anteriormente, permitiendo la automatización de esta variable.

➤ **Resultados de las pruebas realizadas:**

**Máquina FDF**

En la prueba de mayor corriente no se obtuvo el resultado esperado, debido a que los valores recolectados por el software de corriente, potencia y voltaje no son los reales del tratamiento térmico de temple por inducción, ya que al consultar sobre la instalación del software en el 2008 por parte del personal de mantenimiento de Transejes, argumentan que la lectura de los datos se está tomando a la entrada del transformador y no a la entrada del inductor donde ocurre realmente el tratamiento térmico porque para poder realizarlo en ese punto se requiere de un equipo que resista frecuencias de 10 KHz el cual no es muy común, costoso y difícil de conseguir en la industria.

Actualmente el equipo utilizado para las lecturas de estas variables a la entrada del transformador mide frecuencias de hasta 60 Hz.

Se estima que al lograr tomar las lecturas a la entrada del inductor la relación de la magnatest con el software de monitoreo sería directa y además una forma de identificar rechazos de forma rápida al generar el software alarmas en tiempo real de alguna de las variables eléctricas que pueden estar relacionadas con capa penetrada y dureza superficial.

Con respecto a la prueba de caudal se evidencia que gracias a los equipos adquiridos en el 2008, se tiene control de caudal a través del software mediante la programación de la salida de caudal por medio del panel de control instalado en la máquina y no abriendo y cerrando las válvulas como lo realizan los operarios.

Es muy importante que adquieran el variador de frecuencia averiado de nuevo para tener control 100% de esta variable.

### **Máquina EFD**

En la prueba de corriente se observó que el software no identificó la pieza que salió del rango de corriente establecido, debido a la programación de compensación de energías que posee la máquina, además que al igual que en la línea de juntas fijas las lecturas son tomadas a la entrada del transformador y no a la entrada del inductor, si se adquieren los equipos necesarios para la toma de lecturas en ese punto, se debe realizar nuevamente la prueba para verificar que la compensación de energías de la máquina no afecte en la toma de datos del software de monitoreo.

En cuanto a la prueba de potencia, el resultado se debe, al igual que en juntas fijas, a que se requiere la adquisición de un equipo que resista frecuencias de hasta 10 KHz para la toma de datos a la entrada del inductor, para así obtener los datos reales del tratamiento térmico en cuanto energías y detectar rechazos de

piezas que se encuentren fuera de especificaciones en relación a las variables eléctricas.

Con respecto a la prueba de caudal es necesario adquirir una bomba para el puesto 2 y así obtener el monitoreo y control 100% del caudal de temple de la máquina ya que en la actualidad solo se cuenta con el monitoreo de una estación.

- En la definición de rangos de trabajo, se planteó una forma de obtenerlos para programar las máquinas al momento de la puesta a punto, para obtener el monitoreo por medio del software los cuales se ajustaron lo mas cercano posible a la realidad de temple en cuanto a variables eléctricas, y con respecto a temperatura, velocidad de giro y caudal de temple son los valores reales de programación al momento de la puesta a punto. Esta definición de rangos es de gran ayuda para optimizar el control del proceso mediante el software, una vez se adquieran los equipos necesarios para su buen funcionamiento.
- Finalmente se elaboró un manual de operación y manejo del software de monitoreo, un manual de operación y manejo del panel de control de juntas fijas y ayudas visuales<sup>30</sup> de la programación de los rangos del panel en cada línea con el fin de estandarizar y documentar el proceso de temple para juntas fijas y tulipas.

Seguidamente se realizó la capacitación a los operarios sobre el manejo del panel de control de la máquina en cada línea y a su vez se les informo de la importancia del software de monitoreo en el control de procesos mediante CIM, en busca del mejoramiento del proceso de temple por inducción.

---

<sup>30</sup> Ver anexos H e I

## CONCLUSIONES

- ❖ Teniendo el control de caudal de temple, la medición de corriente, potencia y voltaje en la entrada del inductor, junto con las otras variables del proceso de temple, controladas en la máquina FDF, se logrará la reducción de tiempos de programación en puesta a punto, detección de piezas defectuosas por altos de voltaje o corriente, las cuales podrán ser verificadas por magnatest en dureza superficial y capa penetrada, también se reducirá la producción de chatarra.<sup>31</sup>
- ❖ Se definieron rangos de trabajo por aplicación, para condiciones eléctricas, de velocidad de giro, de caudal y temperatura, en cada puesto de trabajo, los cuales serán incluidos al momento de la programación de cada máquina por el operario y estarán estandarizados en una ayuda visual. Estos rangos se definieron basados en estudios estadísticos y requerimientos técnicos para el proceso, para los cuales se efectuaron un gran número de pruebas que permitieron tener una mayor certeza de la veracidad en los resultados y que conllevan a optimización de tiempos de programación y estandarización del proceso.
- ❖ Para el control del caudal de la EFD es importante independizar el sistema para cada estación, con variadores y medidores de flujo para cada una de ellas, porque si se controla hoy una estación automáticamente, controla el flujo para las dos estaciones. Además el tipo de bomba que se requiere debe permitir reducciones de la frecuencia de trabajo de la bomba hasta un 30%, sin que presente daños prematuros, ya que al bajar la frecuencia de 60 a 38 Hz,

---

<sup>31</sup> En la compañía se denomina “Scrap”, el cual es un término usado para describir los materiales reciclables y otros despojos de productos de consumo, como partes de vehículos, materiales de construcción y material sobrante, que representan pérdidas para la empresa.

para tener control de caudal de la estación 1, trabajando largos periodos con esta frecuencia se podría recalentar y quemar parando el proceso.

❖ La realización de pruebas en busca de alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto arrojó los siguientes resultados favorables:

- ✓ Control de Velocidad de Giro 100% en FDF
- ✓ Monitoreo real de temperatura de medio de temple 100%, en las dos estaciones en FDF y una estación en EFD.
- ✓ Monitoreo de variables eléctricas de cada una de las redes sobre las cuales están montados los equipos de tratamiento térmico.
- ✓ Control de Caudal 100% en FDF, para las dos estaciones.
- ✓ Control de caudal en EFD para una estación.
- ✓ Mejor ubicación del potenciómetro lineal de la máquina de juntas fijas para medir la posición de las piezas.
- ✓ Reemplazo del dial de potencia de la máquina FDF, el cual se encontraba averiado, impidiendo la realización de pruebas.
- ✓ Base de datos del temple de piezas, generando un archivo histórico que se puede consultar por periodos de tiempo seleccionados para la búsqueda de situaciones anormales relacionadas con las piezas de juntas fijas y tulipas
- ✓ Archivo de puesta a punto para las dos estaciones de la máquina FDF, creando histórico de cada número de parte programado.
- ✓ Proceso de monitoreo de variables de temple documentado y estandarizado.

## RECOMENDACIONES

- Con respecto a la corriente, potencia y voltaje de ambas líneas, se recomienda adquirir unos equipos que permitan la medición de frecuencias hasta 10 KHz, puesto que los equipos actuales solo alcanzan 60 Hz, para hacer la medición a la entrada del inductor y no a la entrada del transformador como se está haciendo actualmente, ya que el valor real de estas variables en el proceso de tratamiento térmico se da a la entrada del inductor.

Donde se está leyendo actualmente hay una serie de elementos que transforman la energía recibida, como lo son el rectificador, el inversor y el auto transformador los cuales transforman la corriente recibida por la máquina para que al inductor llegue la corriente necesaria y útil para el temple de cada pieza.

- Se recomienda realizar nuevamente las pruebas de las variables eléctricas una vez se adquiera el equipo, para comprobar la calidad del software en cuanto a monitoreo y control para estas variables.
- Con respecto al control de caudal de la máquina FDF se recomienda nuevamente la instalación del variador para la estación 1, el cual ayudara a tener el monitoreo y control de esta variable en un 100% reduciendo tiempos de programación en la máquina al hacerlo de forma digital y no manual.
- Para contar no solo con monitoreo sino también con el control de temperatura del medio de temple es importante rediseñar el sistema de enfriamiento, ya sea de la torre o con el enfriador<sup>32</sup> para que se permita desde la máquina de temple

---

<sup>32</sup>Técnicamente en la organización se denomina “ chiller” el cual se encarga de refrigerar o extraer el calor de un líquido a través de una compresión de vapor o ciclo de refrigeración por absorción. Este líquido puede ser distribuido a través de un intercambiador de calor para enfriar el aire o el equipo según sea necesario.

dar señales para aumento o disminución de temperatura, para así mantener el medio de temple estable.

- En cuanto al tablero de mandos, donde se encuentran ubicados los variadores de frecuencia de juntas fijas, es indispensable rediseñar el sistema de ventilación, que mantenga todos los equipos a temperatura adecuada, para evitar que se quemem nuevamente por causa de recalentamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. Metals Handbook, Heat treatment Vol 4. 5 ed. Marzo 2001.
- ✓ Aplicaciones del calentamiento por Inducción Electromagnética en el procesamiento de PRFV. [Artículo de internet]. <http://www.emmafiorentino.com.ar/VIII%20SEMINARIO/APLICACIONES.PDF>. [Consulta 4 de Abril de 2010].
- ✓ APRAIZ, Barreiro José. Tratamientos Térmicos de los Aceros, Editorial Dossat, 6ta Edición, Plaza de Santa Ana 9 – Madrid 1968, Págs. 191 -206, 241
- ✓ ASM. Induction Heating. ASM, 1946.
- ✓ ASTM E3-09 (2007) e1. Stándar guide for preparation of metallographic specimens.
- ✓ BADILLO, Vanessa, Proyecto Descripción de la Empresa, DANA - Transejes, Girón, 2010.
- ✓ CHRYSLER, Daimler, Statistical Process Control. Ford Motor Company And General Motors Corporation. Minitab Release 13,32. Second Edition.
- ✓ DANA TRANSEJES COLOMBIA “Página oficial” [sitio en Internet], disponible en: <http://www.transejes.com/>, [Consulta 19 de Agosto de 2010].


- ✓ EFD INDUCTION. Hardline – Sistemas Verticales. “Página Oficial” [Sitio en internet]. Disponible en: [www.efd-induction.com/es](http://www.efd-induction.com/es). [Consulta 5 de Mayo de 2010].
- ✓ GELVEZ G. Jorge Enrique. Trabajo de grado. Estudio y caracterización del tratamiento térmico en el afino de grano y su influencia sobre las propiedades mecánicas del acero austenítico al manganeso producido por Indumil. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 1992.
- ✓ Introducción a Profibus [Artículo de internet]. [http://gpds.uv.es/sid/SID\\_introProfibus.pdf](http://gpds.uv.es/sid/SID_introProfibus.pdf). [Consulta 5 de Mayo de 2010].
- ✓ Manual de Medición de Características en Tratamientos Térmicos por Inducción. Transejes – THC. 1997.
- ✓ Manual de Métodos Estadísticos. Transejes – THC. 1997.
- ✓ Manual de Operación y Manejo Máquina EFD. Transejes - THC. 2000
- ✓ Manual de Operación y Manejo Máquina FDF. Transejes – THC. 2000
- ✓ REDALYC. Control de una celda de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador – CIM. [Artículo de internet]. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84903729.pdf>. [Consulta 20 de Abril de 2010].
- ✓ RUBIANO C. Jhoana Marcela. Trabajo de Grado. Optimización del temple por inducción utilizando la máquina “FDF” en la línea de juntas fijas de Transejes

T.H. de Colombia. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Fisoquímica. Escuela de Ingeniería Metalúrgica, 2006, 120 p.

- ✓ Selección Correcta de un Equipo para Temple por Inducción. [Artículo de internet]. [http://www.termomacchine.com/documenti/2\\_spa\\_induction\\_heating\\_generator.pdf](http://www.termomacchine.com/documenti/2_spa_induction_heating_generator.pdf). [Consulta 5 de Mayo de 2010].
  
- ✓ Tratamientos Térmicos y Termoquímicos. [Artículo de internet]. <http://www.scribd.com/doc/2469673/Tratamientos-termicos>. [Consulta 4 de Abril de 2010].
  
- ✓ VALENCIA, G. Asdrubal, Tecnología del tratamiento térmico de los metales. Universidad de Antioquia, Diciembre de 2009.

# **ANEXOS**

# ANEXO A. CERTIFICADO DEL ACERO UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DEJUNTAS FIJAS

	<b>MATERIAL</b> <b>Induction Hardenable Steels</b> <b>UC 1 (SAE 1050M/Cf53)</b>		<b>Standard Number:</b> <b>502010_F</b>	
	Page	of	Issue Level	
	1	2		

**Contents:**

- Purpose
- Field of Validity
- Chemical Composition
- Grain Size
- Cleanliness
- Hardenability
- Delivery Standards
- Related Standards

**Purpose:**

The purpose of this Standard is to ensure the use of common steel grades.

**Field of Validity:**

This Standard defines the steel used for the manufacture of Induction Hardened parts for constant velocity joints, eg. outer races and inner races.

This standard replaces previous versions of UC1, MS100, M2008, Cf53 and SAE1050M in all applications.

**Chemical Composition:**

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr/Ni/Mo [%]	Al [%]	Cu [%]	O [ppm]
0.50	0.15	0.65	max:	0.010	*	0.015	max.	max.
0.56	0.30	0.80	0.025	0.025		0.040	0.25	20

\* See Hardenability below.

**Grain Size:**

ASTM G  $\geq$  5 (5 or finer).  
 Assessment shall be by comparison with Standard Grain Size Charts based on the standard charts in Annex C of ISO 643.

Copyright GKN plc. This Standard is confidential and is supplied on condition that it must only be used for the purpose for which it has been supplied and must not be copied, exhibited nor communicated to third parties without the consent of GKN plc. whose property it remains.

Prepared by	Date	Released by	Date
I Capewell	29-Apr-03	U Gerth-Noritzsch A Millar K Taniyama	Quarter 4 2000 Corrected P2 2003



**MATERIAL**  
**Induction Hardenable Steels**  
**UC 1 (SAE 1050M/Cf53)**

**Standard Number:**

**502010\_F**

Page	of	Issue Level
2	2	

**Cleanliness:**

Measured according to ISO Standard 4967: Method A.

Group (Type)	Thin Series (Max.)	Thick Series (Max.)
A (Sulphides)	2.5	1.5
B (Alumina)	1.5	1.0
C (Silicate)	0.5	0.5
D (Oxide)	1.0	1.0

**Hardenability:**

DI 39 - 49 mm  
determined according to SAE Standard J406.

**Delivery Standards:**

This Standard is to be used with Driveline STD 501001, "Technical Delivery Requirements for Steels".


**Related Standards:**

- ISO 643: "Steels - Micrographic Determination of the Ferritic or Austenitic Grain Size"
- ISO 4967: "Steel - Determination of Content of Non-Metallic Inclusions - Micrographic Method Using Standard Diagrams"
- SAE J406: "Methods of Determining Hardenability of Steels"
- STD 501001: "Technical Delivery Requirements for Steels"

Copyright GKN plc. This Standard is confidential and is supplied on condition that it must only be used for the purpose for which it has been supplied and must not be copied, exhibited nor communicated to third parties without the consent of GKN plc. whose property it remains.

Prepared by I Capewell	Date 29-Apr-03	Released by U Gerth-Noritzsch A Millar K Taniyama	Date Quarter 4 2000 Corrected P2 2003
---------------------------	-------------------	--	---

## ANEXO B. CERTIFICADO DEL ACERO UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TULIPAS

	<b>MATERIAL</b> <b>Induction Hardenable Steels</b> <b>XC45 (SAE 1045)</b>		<b>Standard Number:</b> <b>502018_E</b>		
	Page	of	Issue Level		
	1	2			

**Contents:**

- Purpose
- Field of Validity
- Chemical Composition
- Grain Size
- Cleanliness
- Hardenability
- Bar Heat Treatment
- Delivery Standards
- Related Standards

**Purpose:**

The purpose of this Standard is to ensure the use of common steel grades.

**Field of Validity:**

This Standard is to be used for **Induction Hardened** parts for constant velocity joints, ie. tulips and tulip stubs. This standard replaces previous versions of MS104 in all applications.

**Chemical Composition:**

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Ni/Cr/Mo [%]	Al [%]	Cu [%]
0.45	0.10	0.60	max	0.015	*	0.015	max.
0.48	0.40	0.80	0.025	0.030		0.040	0.25

\* See Hardenability below

**Grain Size:**

**Grain size:** ASTM G ≥ 5 (5 or finer)  
 Assessment shall be by Comparison with Standard Grain Size Charts based on the standard charts in **Annex C** of **ISO 643**.

**Cleanliness:**

Group (Type)	Thin Series (Max.)	Thick Series (Max.)
A (Sulphide)	2.5	1.5
B (Alumina)	1.5	1.0
C (Silicate)	0.5	0.5
D (Oxides)	1.0	1.0
DS (Oxides)	0	

Measured according to **ISO Standard 4967**: Method A.

Copyright GKN plc. This Standard is confidential and is supplied on condition that it must only be used for the purpose for which it has been supplied and must not be copied, exhibited nor communicated to third parties without the consent of GKN plc, whose property it remains.

Prepared by	Date	Released by	Date
I Capewell	29-Apr-03	U Gerth-Noritzsch    A Millar    L Berryman	Period 3 2001 Corrected P2 2003



**MATERIAL**  
**Induction Hardenable Steels**  
**XC45 (SAE 1045)**

**Standard Number:**

**502018\_E**

Page	of	Issue Level
2	2	

**Hardenability:**

DI 33 - 41 mm (Aim 35 – 41 mm)  
determined according to **SAE Standard J406**.

**Bar Heat Treatment:**

<b>For Forgings:</b>	None
<b>For Tulip Stubs:</b>	Normalised or control cooled.
<b>Structure:</b>	Granular Ferrite-Pearlite Pearlite grain size 6 or finer.
<b>Hardness:</b>	HB 10/3000 179-207 HB

**Delivery Standards:**

This Standard is to be used with Driveline **STD 501001**, "Technical Delivery Requirements for Steels".

**Related Standards:**

ISO 643: "Steels - Micrographic Determination of the Ferritic or Austenitic Grain Size"  
ISO 4967: "Steel - Determination of Content of Non-Metallic Inclusions - Micrographic Method Using Standard Diagrams"  
SAE J406: "Methods of Determining Hardenability of Steels"  
ISO 6506: "Metallic Materials - Hardness test - Brinell test"  
STD 501001: "Technical Delivery Requirements for Steels"

Copyright GKN plc. This Standard is confidential and is supplied on condition that it must only be used for the purpose for which it has been supplied and must not be copied, exhibited nor communicated to third parties without the consent of GKN plc, whose property it remains.

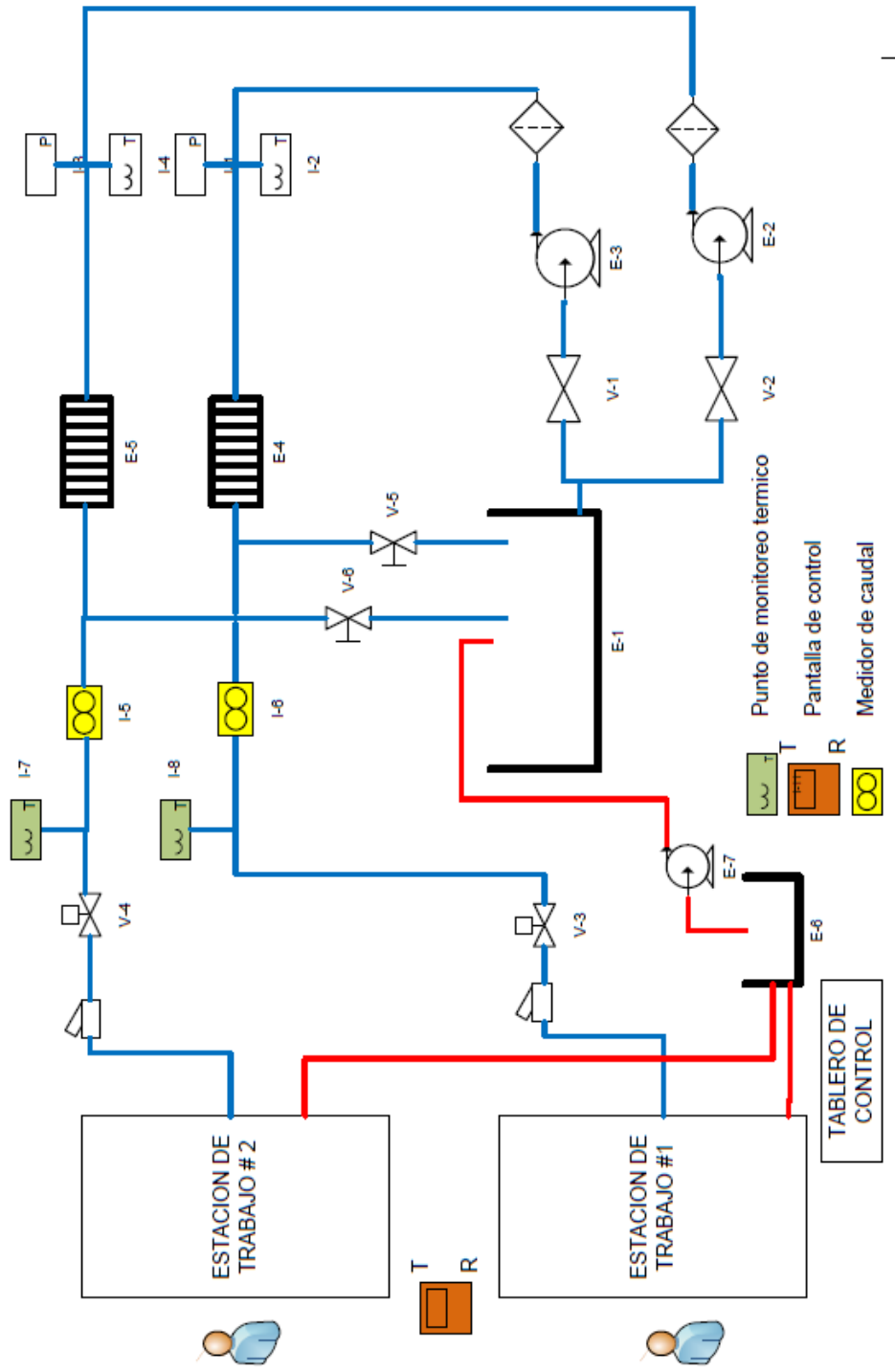
Prepared by I Capewell	Date 29-Apr-03	Released by U Gerth-Noritzsch    A Millar    L Berryman	Date Period 3 2001 Corrected F2 2003
---------------------------	-------------------	--	--



# ANEXO D. ESQUEMA HIDRÁULICO DEL CAUDAL MÁQUINA FDF

## ESQUEMA HIDRAULICO LIQUIDO TEMPLE F.D.F. (PROPUESTO)

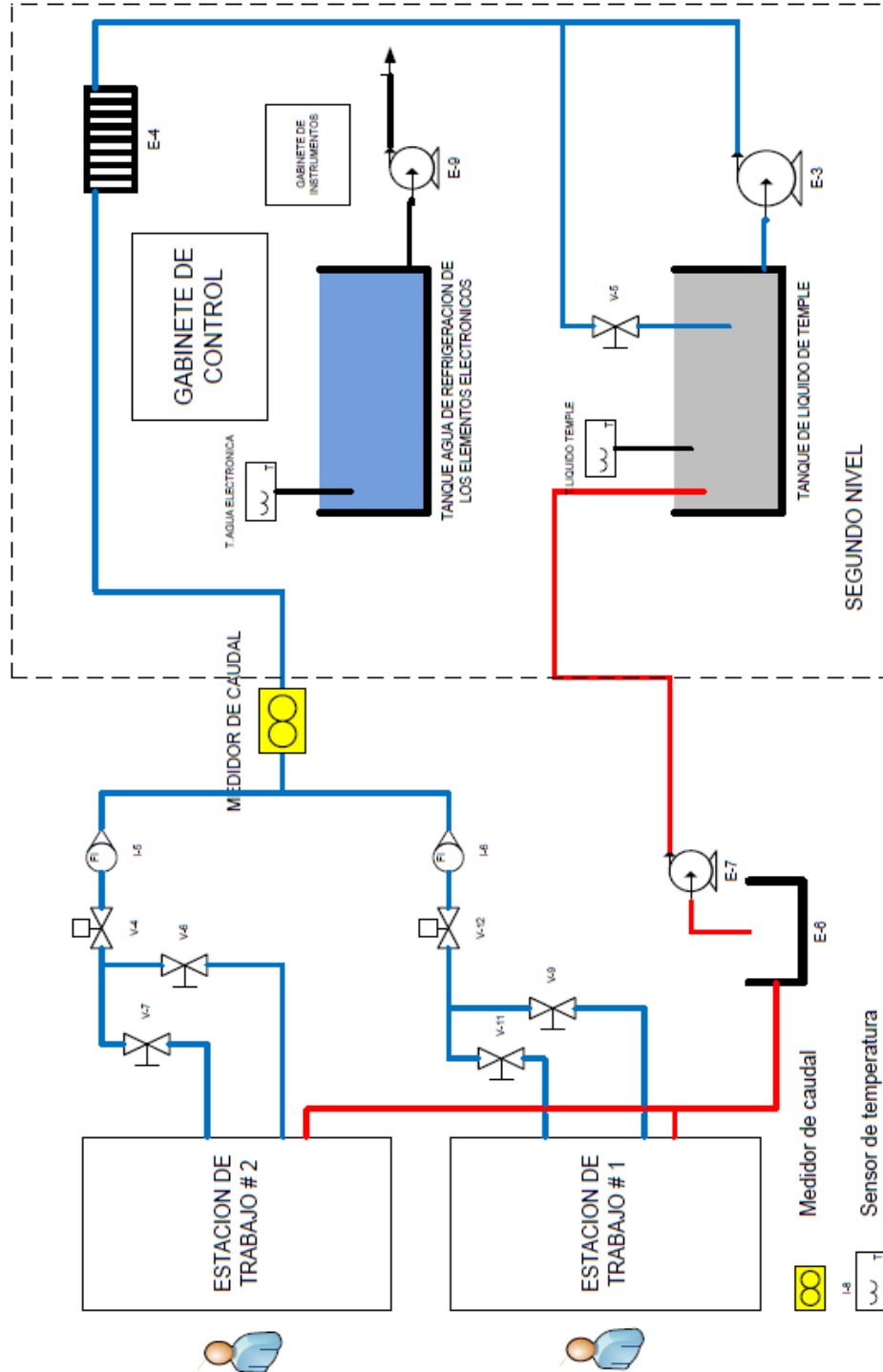
jueves, 04 de octubre de 2007



# ANEXO E. ESQUEMA HIDRÁULICO DE CAUDAL MÁQUINA EFD

## ESQUEMA HIDRAULICO LIQUIDO TEMPLE E.F.D. TULIPAS

jueves, 04 de octubre de 2007



**ANEXO F. INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS**



Código : 110-001-	Página 1 de 32
Fecha de Emisión : 30-09-2010	Fecha Rev : 01/10/2010 NumRev : 0
Elaboró : AUDITOR DE CALIDAD Y PROCESOS	
Aprobado Por : COORDINADOR CALIDAD Y PROCESOS	

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

---

### 1. Propósito

Este instructivo nos guía sobre el correcto manejo del software de monitoreo de las máquinas de temple de las líneas juntas fijas y tulipas

---

### 2. Alcance

Este instructivo es aplicable para la consola y filtro de datos de todas las piezas programadas en la línea de juntas fijas y tulipas para establecer rangos de trabajo por número de parte en el proceso de temple superficial por inducción de las dos líneas.

---

### 3. Definiciones y Terminología

**SOFTWARE DE MONITOREO:** Herramienta que permite conocer el comportamiento de variables específicas del temple por inducción, en un período de tiempo real, las 24 horas.

**PANEL DE CONTROL:** Tablero de comandos de pantalla, que permite comunicación, entre el PLC y las máquinas de juntas fijas y tulipas.

**RUNTIME:** Herramienta que permite realizar consultas de piezas templadas en las líneas de juntas fijas y tulipas en un intervalo de tiempo seleccionado, además de guardar el respectivo informe por estación y por fecha.

**ESTACIÓN REMOTA:** Computador ubicado en oficinas de calidad y procesos, de donde trabaja el software de monitoreo las 24 horas del día.

---

### 4. Responsables

Operario de producción  
Let Producción  
Coordinador Tratamientos Térmicos Calidad y Procesos  
Auditor de Calidad y Procesos

---

### 5. Instrucciones

#### 5.1 Inicio del Programa

Debido a que es un software de monitoreo continuo el computador permanece encendido con el fin de recolectar datos las 24 horas para su posterior análisis.  
Para dar inicio al programa, solo es necesario encender el computador y automáticamente inicial el programa con todas sus aplicaciones; en llegado caso que no iniciara solo, se debe iniciar desde el escritorio dando doble click a los iconos de





## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.2. Pantallazos Principales Software "Estación Remota"

El sistema cuenta con 4 pantallazos principales, los cuales corresponden a la animación y valores reales del temple por inducción de cada estación de juntas fijas y tulipas, los cuales se seleccionan del icono "Maquinas Templadoras", ubicado en la barra de herramientas superior y que son descritos a continuación:

#### 5.2.1. Partes Pantalla Juntas Fijas Estación 1

Variable	Min.	Real	Max.	PP	Comando (A)	Min.	Real	Max.	PP
Temperatura Temple (L/m)	34.0	34.8	36.0	30.0	509.2	548.2	830.0	848.0	848.0
Giro de pieza (rpm)	249.0	251.7	254.0	251.5	406.2	439.4	470.8	440.0	440.0
Temperatura Temple (PC)	27.0	28.8	32.1	30.0	141.0	139.1	193.1	167.0	167.0

Variable	Value
Operario	BCR65
Puesta a Punto	2020
Colorado	NAT
Tempo Calentamiento	4.1
Ducha Temple	14.0
Ducha Blindaje	0.0
Potencia Dial	92.0
Caudal Temple	30.0
Caudal Blindaje	0.0
Giro Pieza	251.5
Posicion	0.0
Corriente	670.0
Voltaje	440.0
Potencia	167.0
Temperatura	30.0

1. Animación temple por inducción Campana (Estación 1) Juntas Fijas.
2. Cuadro Recepción de parámetros de puesta a punto Estación 1.
3. Gráficas tendencia caudal y tendencia de corriente Estación 1.
4. Cuadro de variables críticas de temple para el puesto 1, muestra valores mínimos, máximos, reales y puesta a punto de caudal, giro, temperatura, corriente, voltaje, potencia.
5. Barra de herramientas para selección de número de parte Estación 1.
6. Barra de herramientas general: menú principal, selección de máquinas templadoras, ayuda y EXIT, la cual aparece en los 4 pantallazos principales.
7. Botón para cambiar visualización de Estación 1 por Estación 2.

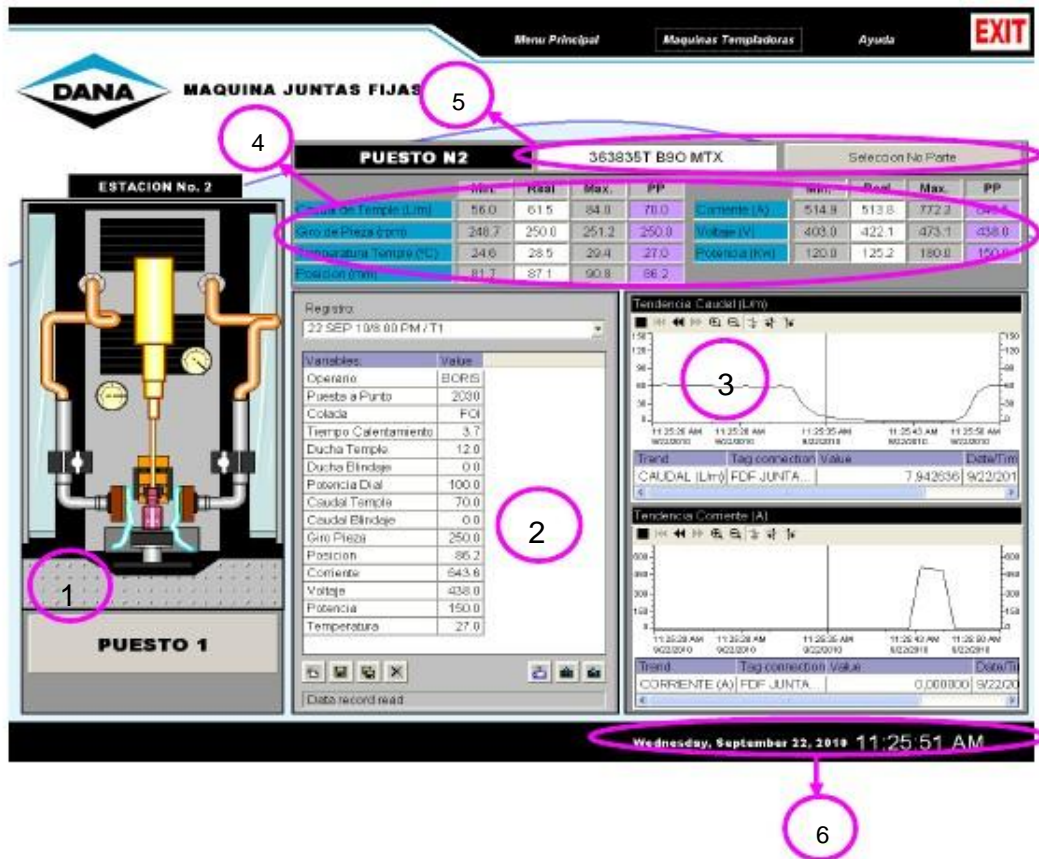


## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.2.2. Partes Pantalla Juntas Fijas Estación 2



1. Animación temple por inducción vástago (Estación 2) Juntas Fijas.
2. Cuadro Recepcion de parámetros de puesta a punto Estación 2.
3. Gráficas tendencia caudal y tendencia de corriente Estación 2.
4. Cuadro de variables críticas de temple monitoreadas para el puesto 2, muestra valores mínimos, máximos, reales y puesta a punto de caudal, giro, temperatura, posición, corriente, voltaje, potencia.
5. Barra de herramientas para selección de número de parte Estación 2.
6. Barra de fecha (día, mes, año) y hora actual (con minutos y segundos). Esta barra se visualiza en los 4 pantallazos.

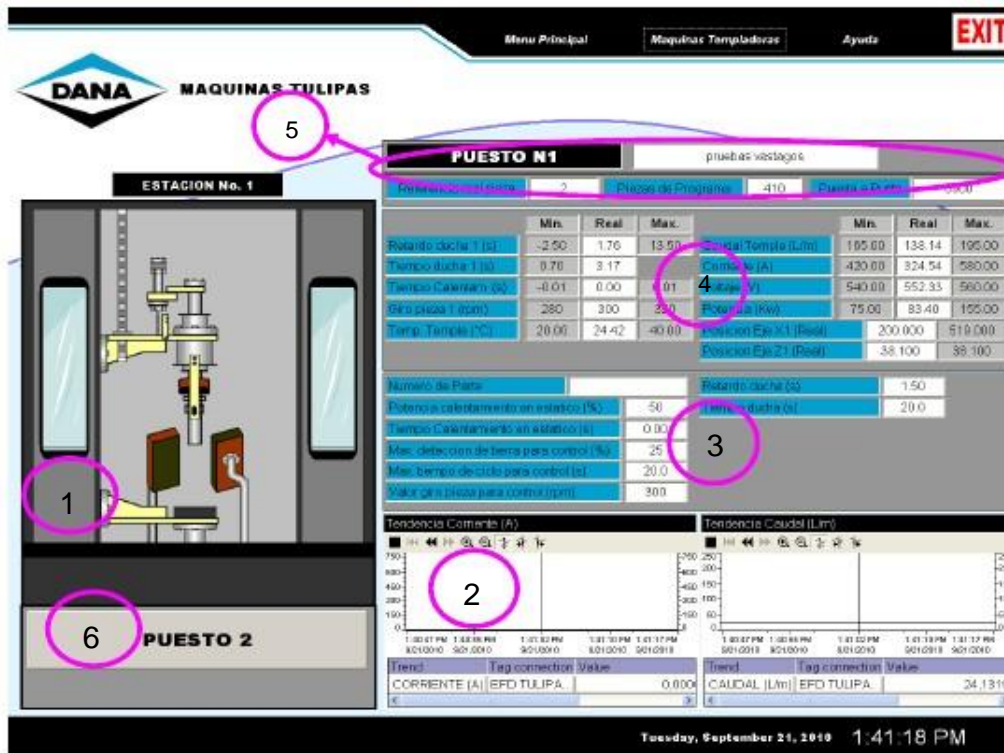


## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.2.3. Partes Pantalla Tulipas Estación 1



1. Animación temple por inducción vástago (Estación 1) Tulipas.
2. Gráficas tendencia corriente (unidades de Amperios) y tendencia caudal (unidades de L/m) Estación 1.
3. Cuadro de parámetros iniciales de programación de la máquina de temple de tulipas estación 1, el cual muestra los valores reales de la máquina como son: número de parte inductor, % potencia en estático, % tiempo de calentamiento en estatico, % max. Detección de tierra para control, max tiempo de ciclo para control, valor giro pieza para control, retardo ducha, y tiempo ducha.
4. Cuadro de variables críticas de temple monitoreadas para el puesto 1, muestra valores mínimos, máximos y reales del proceso, como lo son: Retardo ducha 1, tiempo ducha 1, tiempo de calentamiento, giro pieza 1, temperatura de temple, caudal de temple, corriente, voltaje, potencia, posición eje X1, posición eje Z1.
5. Cuadro de nombre estación, nombre aplicación y fecha, referencia real pieza, piezas de programa y número de puesta a punto para estación 1.
6. Botón para cambiar visualización de Estación 1 por Estación 2.



## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE : TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.2.4. Partes Pantalla Tulipas Estación 2

**MAQUINAS TULIPAS**

**ESTACION No. 2**

**PUESTO N2** MEGANE 0409/10

	Min.	Real	Max.		Min.	Real	Max.
Retardo ducha 1 (s)	-3.00	4.26	10.20	Corriente (A)	420.00	482.71	580.00
Tiempo ducha 1 (s)	0.3	7.8		Voltaje (V)	540.00	549.65	560.00
Tiempo Calentamiento (s)	0.01	0.00	0.01	Potencia (Kw)	100.00	128.71	180.00
Temp. Temple (°C)	20.00	24.42	40.00	Posición Eje X2 (Real)	519.000		519.000

Número de Pieza:	0069TA	Retardo ducha (s)	4.10
Potencia calentamiento en estático (%)	33	Tiempo ducha (s)	9.0
Tiempo Calentamiento en estático (s)	3.70		
Máx. detección de tierra para control (%)	10		
Máx. tiempo de ciclo para control (s)	10.0		

**Tendencia Corriente (A)**

Trend: Tag: conexión: Valor: CORRIENTE (A) EPD TULIPA: 0.000

Tuesday, September 21, 2010 1:39:55 PM

1. Animación temple por inducción Pista (Estación 2) Tulipas.
2. Gráfica tendencia corriente (unidades de Amperios) Estación 1.
3. Cuadro de parámetros iniciales de programación de la máquina de temple de tulipas estacion 2, el cual muestra los valores reales de la maquina como son: número de parte inductor, % potencia en estático, % tiempo de calentamiento en estático, % max. Detección de tierra para control, max tiempo de ciclo para control, valor giro pieza para control, retardo ducha, y tiempo ducha.
4. Cuadro de variables críticas de temple monitoreadas para el puesto 2, muestra valores minimos, maximos y reales del proceso, como lo son: Retardo ducha 1, tiempo ducha 1, tiempo de calentamiento, temper. de temple, caudal de temple, corriente, voltaje, potencia, posicion eje X2.
5. Cuadro de nombre estación, nombre aplicación y fecha, referencia real pieza, piezas de programa y número de puesta a punto para estación 2.
6. Botón para cambiar visualización de Estación 2 por Estación 1.



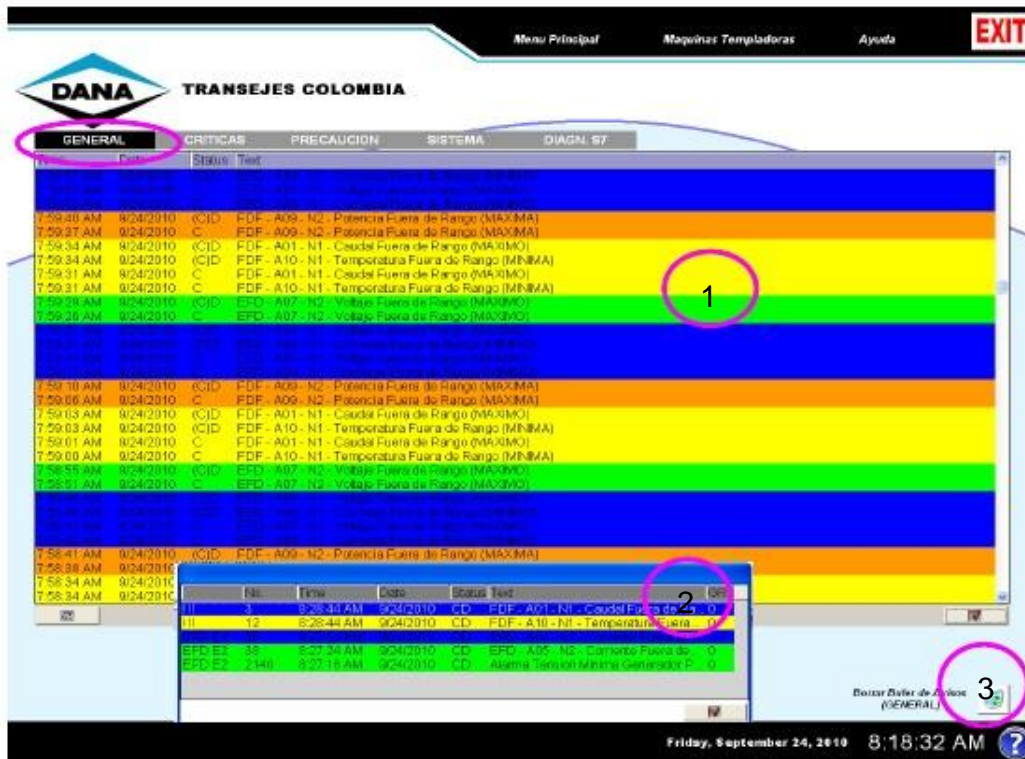
## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.3. Pantallazos Menú Principal

#### 5.3.1. Menu - General



1. En menú general se crea un archivo de las alarmas que se generan durante el día, con la hora, fecha y una descripción exacta de la alarma generada, estas a su vez se identifican con un color, según Máquina y Estación.

Máquina EFD:

Estación 1: Las alarmas se identifican de color azul, ya sean de corriente, potencia, voltaje, etc.

Estación 2: Las alarmas se identifican de color verde, ya sea corriente, voltaje, potencia, etc.

Máquina FDF

Estación 1: Las alarmas se identifican de color amarillo, ya sean de corriente, potencia, voltaje, etc.

Estación 2: Las alarmas se identifican de color Naranja, ya sea corriente, voltaje, potencia, etc.

2. En este recuadro se identifican las alarmas que va emitiendo el software, el cual es visible en cualquiera de los pantallazos mencionados anteriormente y siguientes. Cada alarma requiere ser acusada mediante el botón, para confirmar que ha sido detectada, tornándose color blanco en el menú general.

3. Para borrar el buffer de alarmas oprimimos el botón "Borrar buffer de avisos" ubicado en el costado derecho parte baja de la pantalla.



TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

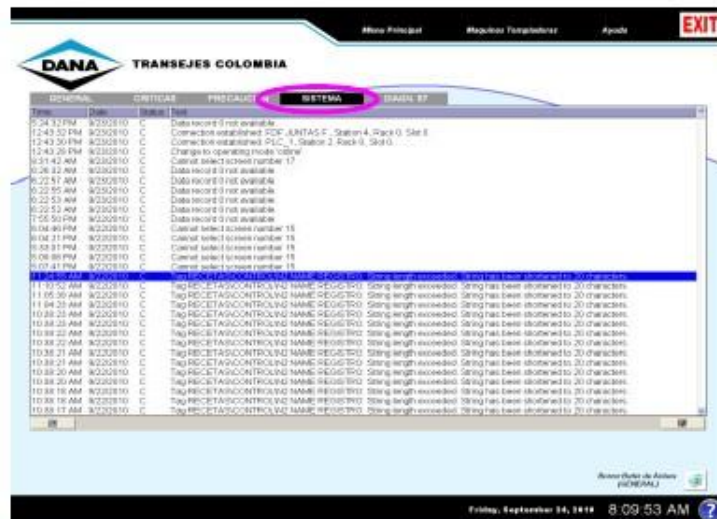
### 5.3.2. Menu - Críticas



En el menu - Críticas se muestra un archivo de las alarmas relacionadas con energía, como lo son corriente, voltaje, tensión, de las máquinas EFD Y FDF, los cuales se visualizan con la hora, fecha, y una pequeña descripción de la alarma generada.

Estas alarmas no pueden ser borradas, por el botón "Borrar buffer de avisos ", ya que este es de uso exclusivo del menu general.

### 5.3.3. Menu - Sistema





TRANSEJES COLOMBIA

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### 5. Instrucciones

En menu - sistema se visualizan situaciones relacionadas con conexión o desconexión del software, o algun otro evento anormal que implique mal funcionamiento o errores en el software.

Menu -sistema indica, la hora, fecha y descripcion detallada de la situación presentada.

#### 5.3.4. Menu - Diagn S7

The screenshot shows the 'DIAGN S7' menu in the DANA software interface. The menu is titled 'Menu Principal' and includes options for 'Maquinas Templadoras' and 'Ayuda'. The 'DIAGN S7' menu is highlighted, showing a list of system errors. The table below represents the data shown in the screenshot:

Time	Date	Status	Text
5:25:32 PM	7/26/2010	C	STOP caused by track failure (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
10:21:00 PM	8/22/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
8:10:05 AM	8/21/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
9:44:00 PM	8/11/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:46:40 PM	8/11/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
9:04:41 PM	8/10/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
10:12:47 PM	8/9/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
8:17:15 AM	8/2/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
9:52:03 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:50:53 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:48:48 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:43:18 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:32:28 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
1:20:18 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
12:09:10 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
12:06:48 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
12:04:33 PM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:59:52 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:49:53 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:47:05 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:35:11 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:31:18 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:29:21 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:27:29 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:25:59 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:21:04 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:15:54 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:13:50 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:11:18 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)
11:07:19 AM	7/26/2010	C	STOP caused by VO access error (OE not loaded or not possible, or no FRPS)

The screenshot also shows the date and time at the bottom: Friday, September 24, 2010 8:13:59 AM.

Aquí se visualiza a que se deben las paradas del software y que fue lo que ocasiono el error en el sistema Es decir todas estas alarmas representan el diagnostico del sistema. Igual que las otras opciones de menu, se visualiza la hora, y la fecha exacta donde se presento el fallo o parada del software.



## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.4. Herramienta Runtime

Herramienta que ha sido creada con el fin de realizar consultas en tiempo real e histórico de datos del proceso de temple tomados por el software de las máquinas EFD y FDF, la cual consta de un menu de inicio y 4 pantallazos mas, donde se visualiza una grafica para cada variable monitoreada, y a su vez se presenta un registro por segundo de lo que sucede con cada variable.

#### 5.4.1. Menu - Runtime



Consta de cuatro botones de acceso, dos por máquina, para realizar consultas del puesto que se desee dando un clic sobre el botón.

Adicional tiene el boton "salir" , si se desea cerrar la aplicación.



Código : I10-001-	Página 10 de 32
Fecha de Emisión : 01-07-2010	Fecha Rev : 12/06/2010 NumRev : 0

## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.4.2. Pantallazos Runtime Máquina de temple Tulipas

Ventanas de visualización en tiempo real, del comportamiento de las variables críticas de temple de cada puesto de la máquina de temple de Tulipas

Barrade Heramientas Runtime

1

MENU

Visualización de gráficas de variables críticas de temple en tiempo real, para puesto 1 y 2, Tulipas.

Botón de regreso al menú principal de runtime

2

MENU



## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.4.3. Pantallazos Runtime Máquina de temple Juntas Fijas

Ventanas de visualización en tiempo real, del comportamiento de las variables críticas de temple de cada puesto de la máquina de temple de Juntas Fijas.

1

MENU

Visualización de gráficas de variables críticas de temple en tiempo real, para puesto 1 y 2, Juntas Fijas.

2

MENU

Botón de regreso al menú principal de runtime

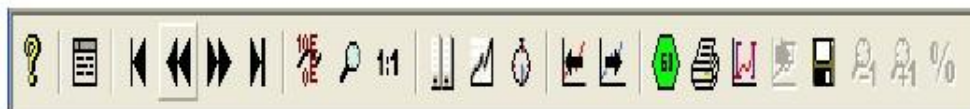


## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.4.4. Descripción Barra de Herramientas Runtime



Llama la ayuda online



Abrir el cuadro de diálogo de parametrización

Selección del cuadro de diálogo para la asignación de parámetros de la representación.



Primer registro

Después de pulsar el botón de comando en la ventana de curvas se representa el recorrido de las variables dentro del intervalo de tiempo definido, empezando con el primer valor archivado.



Registro anterior

Después de pulsar el botón de comando en la ventana de curvas se representa el recorrido de las variables dentro del intervalo de tiempo anterior, empezando a partir del intervalo de tiempo visualizado actualmente.



Registro siguiente

Después de pulsar el botón de comando en la ventana de curvas se representa el recorrido de las variables dentro del intervalo de tiempo siguiente, empezando a partir del intervalo de tiempo visualizado actualmente.



Último registro

Después de pulsar el botón de comando en la ventana de curvas se representa el recorrido de las variables dentro del intervalo de tiempo definido, terminando con el último valor archivado.



Reglilla que muestra el valor en un punto

Con esta función puede consultar las coordenadas de una curva.



Ampliar sección

Con esta función de zoom se puede ampliar cualquier área de la ventana de curvas.



Activar vista original

Con este botón de comando puede devolver una curva a la vista normal configurada después de haber ampliado su representación.



Cuadro de diálogo para selección de archivo / variable

Con este botón usted abre un cuadro de diálogo para la selección de fichero y variable.



## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones



### Cuadro de diálogo para la selección de curvas

Con este botón usted abre un cuadro de diálogo para activar o desactivar la representación de las curvas.



### Seleccionar intervalo de tiempo

Con este botón de comando abre un cuadro de diálogo en el que puede configurar el intervalo de tiempo representado en la ventana de curvas.



### Curva anterior en primer plano

Con este botón de comando puede representar la curva anterior de la ventana de curvas en primer plano.



### Curva siguiente en primer plano

Con este botón de comando puede representar la curva siguiente de la ventana de curvas en primer plano.



### Iniciar / Detener la actualización

Reanuda la representación



### Iniciar / Detener la actualización

Se detiene la representación actualizada. Los valores se almacenan de manera temporal y serán anotados cuando se active nuevamente el botón de comando.



### Impresión de informe

Inicia la impresión de las curvas mostradas en la ventana de curvas. El trabajo de impresión utilizado en la impresión se puede definir en las propiedades del control en la ficha "General".



### Seleccionar ámbito de estadística

Permite, con ayuda de líneas verticales, definir el lapso de tiempo para el cálculo de la estadística en la ventana de curva.



### Calcular estadística

Abre una ventana de estadística en la que se visualiza el mínimo, el máximo, la media y la desviación estándar en un tiempo de cálculo para una curva seleccionada.



### Guardar informe

Guarda los datos actuales del control para las curvas mostradas en el periodo indicado. La representación actualizada debe detenerse. El informe se almacena como archivo ".csv" en Export/TagLogging del directorio de proyecto WinCC.

Tecla derecha del raton sobre la curva

Tras detener la actualización puede usar la tecla derecha del raton en un punto de la curva para hacer que se muestre el nombre de la variable y del archivo y de las coordenadas del punto



**TRANSEJES COLOMBIA**

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### 5. Instrucciones

#### 5.5. Modificación Parámetros Panel de control Tulipas (Máquina EFD)

##### 5.5.1. Configuración Rangos de trabajo

Para establecer los rangos de trabajo de la máquina EFD "Tulipas", se debe recurrir a los valores programados en la PAP de cada Estación, donde el operario llama el programa mediante el numero de parte o modelo a trabajar, generando los valores de corriente, potencia, voltaje, caudal, con los cuales se trabajo la ultima vez, se temple una pieza y se realiza el corte verificando propiedades según PAP.

Si la pieza se encuentra dentro de especificación, inician producción y teniendo en cuenta cada uno de estos valores y el archivo de numero de parte, se establecen los rangos de trabajo para cada variable (en valor absoluto), donde el sistema generara una alarma cada vez que se encuentre fuera del rango programado, detectando piezas defectuosas ya sea por alarma de corriente, voltaje, potencia, temperatura o caudal, que afecten el proceso de tratamiento térmico y por ende la calidad de las piezas.

Las celdas delineadas con rojo son las unicas modificables y monitoreadas por el software, las cuales se tienen en cuenta para establecer sistema de alarmas.(Esta pantalla aplica para las dos estaciones)

**Parámetros monitoreados por el software, que son modificables, para establecer sistema de alarmas**

Temp. liquido temple para control (°C)	0,0	Inercia retardo ducha 1: puesto 1 (seg)	0,00
Rango temperatura liquido temple (°C)	0,0	Inercia retardo ducha 1: puesto 2 (seg)	0,00
Inercia tiempo de calentamiento (seg)	0,0	Inercia retardo ducha 2: puesto 1 (seg)	0,00
Rango tiempo de calentamiento (seg)	0,0	Inercia retardo ducha 2: puesto 2 (seg)	0,00
Rango de Corriente (A)	0	Rango retardo duchas (seg)	0,00
Rango de Voltaje (V)	0		
Rango de potencia (kw)	0		
Rango de Temp. Entrada Temple (°C)	0		
Rango de Caudal (l/min)	0		
Núm. ciclos para prueba tierra	0		

**Parámetros no modificables propios de la maquina.**

**Para acceder a configuración oprime el botón parámetros P1 ó P2 según estación y seguidamente el botón configuración, para establecer rangos de trabajo.**



TRANSEJES COLOMBIA

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### 5. Instrucciones

#### 5.5.2. Descripción controles Puesto 1 (Vástago)

Ahora oprimir controles P1 (adicionales), para programar valores de puesta a punto

Para visualizar pantalla de controles para el puesto 1, oprimir este botón

Según el temple de la primera pieza programada (PAP), se establecen los set point en PP. Para corriente, voltaje potencia y temperatura; los cuales deben corresponder con el cuadro de variables críticas (punto 4, Estación remota) sección 5.2.3. de este instructivo.

Aquí se digita el valor requerido de salida de caudal, según PAP.



TRANSEJES COLOMBIA

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### 5. Instrucciones

#### 5.5.3. Descripción controles Puesto 2 (Pistas)

Ahora oprimir controles P2 (adicionales), para programar valores de puesta a punto

Oprimir para visualizar controles para el puesto 2

Aquí se digita el valor según PAP y automáticamente establece rangos max y min para corriente, voltaje, potencia y temperatura, los cuales deben corresponder con el cuadro de variables críticas (punto 4) sección 5.2.4 de este instructivo.

**Controles puesto 2**

Descripción pieza	Referencia real pieza maquina	Energías	Min.	Real	Más.	Min.	Real	Más.
Retardo ducha 1 (seg)	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Tiempo ducha 1 (seg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal ducha 1	OK							
Caudal fuga ducha 1.	OK							
Retardo ducha 2 (seg)	0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Tiempo ducha 2 (seg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal ducha 2	OK							
Caudal fuga ducha 2	OK							

**Controles puesto 2 (adic)**

Min.	Real	Más.	Min.	Real	Más.
Corriente (A)	0	0	0	0	0
Voltaje (V)	0	0	0	0	0
Potencia (Kw)	0	0	0	0	0



## TRANSEJES COLOMBIA

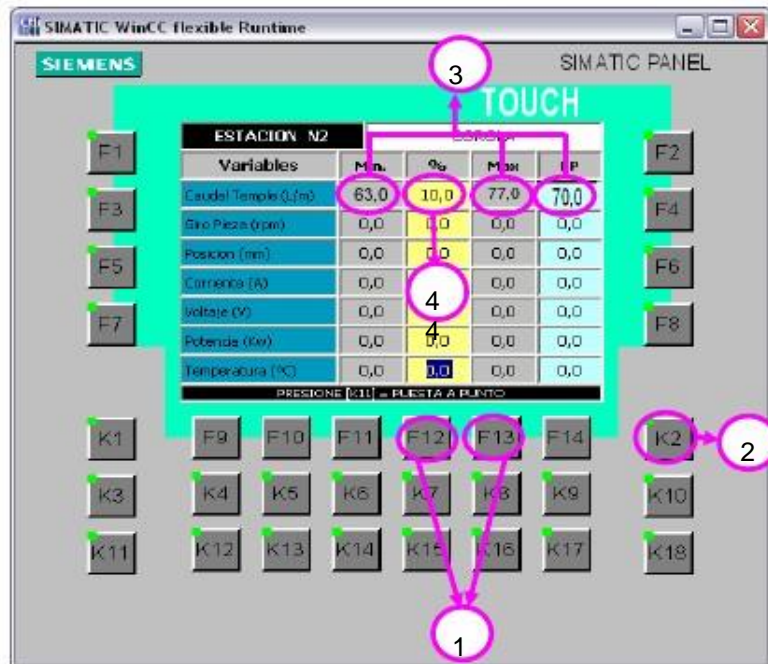
# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.6. Modificación parámetros Panel de Control Juntas Fijas "Máquina FDF"

#### 5.6.1. Rangos de Trabajo por Estación

Remitirse a instructivo numero I10 - 109 - 0710 "Manejo Panel de Control FDF " sección 5.4.



1. Un vez realizada la puesta a punto, para las dos estaciones (sección 5.4 del I10 - 109 - 0710), se pulsa la tecla F12 (Est. 1) o F13 (Est. 2), para visualizar esta pantalla.
2. Del manejo del panel se sabe que para realizar modificaciones se pulsa la tecla K2, tornandose amarillas las casillas.
3. Para establecer los rangos de trabajo, se realiza un calculo de forma porcentual, según la PAP, el cual sera el valor asignado en las casillas amarillas para cada una de las variables. Ejemplo:

El valor de puesta a punto para caudal fue 70,0 L/m (casilla azul) =  $70 \times 10\% = 7$

Entonces:  $70 + 7 = 77$  máximo y  $70 - 7 = 63$  mínimo (de igual forma para las demas variables)

Al digitar el 10 en las casillas amarillas el sistema de forma automatica establece los rangos maximos y minimos; esto hay que tenerlo en cuenta para definir el porcentaje con el cual trabajaran los rangos de todas las variables, según base de datos, generada por el software.

4. Finalmente se digita el porcentaje en la casilla amarilla y se pulsa nuevamente K2 para guardar los cambios, una vez digitados los porcentajes de todas las variables



**TRANSEJES COLOMBIA**

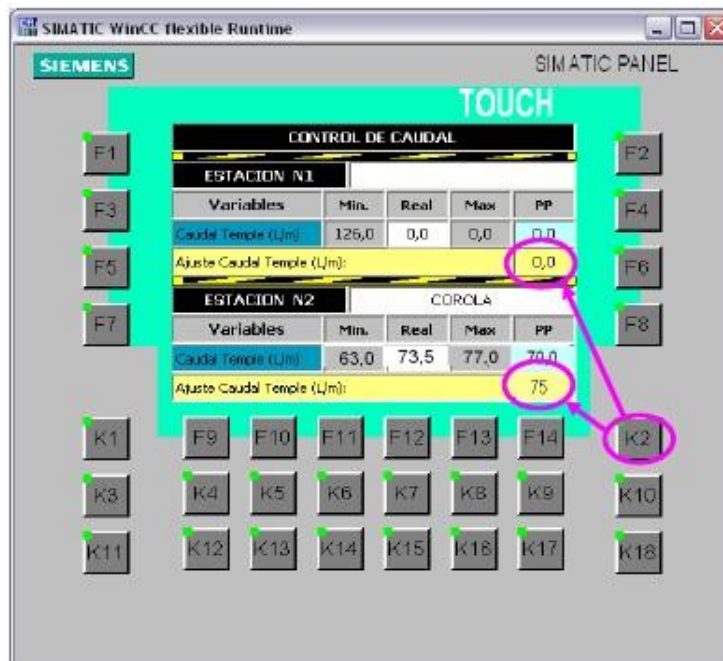
Código : I10-001-	Página 18 de 32
Fecha de Emisión : 01-07-2010	Fecha Rev : 12/06/2010 NumRev : 0

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### 5. Instrucciones

#### 5.6.2. Imagen de control caudal

Remitirse a instructivo numero I10 - 109 - 0710 "Manejo Panel de Control FDF " sección 5.5.



Para acceder a esta pantalla pulsamos el botón "caudal " de la pantalla de inicio mostrada en el instructivo número I10 - 109 - 0710 sección 5.1.2., numeral 7.

Aquí también se oprime K2 para realizar modificaciones en el caudal, teniendo especial cuidado con esta variable, ya que interviene directamente con el proceso, regulando o controlando la salida de caudal, al momento de templar las piezas.

Esta pantalla aplica para el control de caudal de las dos estaciones y es obligación del operario digitar el control de caudal, cada vez que se cambia de numero de parte, para que fluya el caudal necesario sin afectar las propiedades de las piezas templadas, ya que por medio de este control se activa la entrada y salida de caudal de cada bomba en cada estación.

Para guardar los cambios efectuados en la celda de caudal, orpimimos nuevamente K2, y volvemos a la pantalla principal.



## TRANSEJES COLOMBIA

# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.7. Creación y análisis de Base de datos.

#### 5.7.1. Seleccionar intervalo de tiempo a Analizar

Existen dos formas para hacer el análisis de tiempo por la herramienta runtime, se puede efectuar con la hora y fecha exacta. Se utiliza el ítem 5 para activar o desactivar las opciones que se requieren de inicio y final definida, o por intervalos de tiempo.



1. Pulsamos el botón de iniciar/detener la actualización, para congelar la imagen.
2. Una vez congelada la imagen pulsamos el botón "seleccionar intervalo de tiempo" visualizando la siguiente ventana.



1. Escribir la fecha que se requiere consultar, teniendo en cuenta que el formato es día/mes/año.
2. Seleccionar la hora de inicio del período a consultar, teniendo en cuenta el formato de hora/minutos segundos.
3. Digitar el rango de tiempo que se desea analizar.
4. Establecer unidad de tiempo
5. Seleccionar para definir período de tiempo a analizar, ya sea por fecha y hora o por lapso de tiempo.
6. Finalmente se pulsa aceptar.



## TRANSEJES COLOMBIA

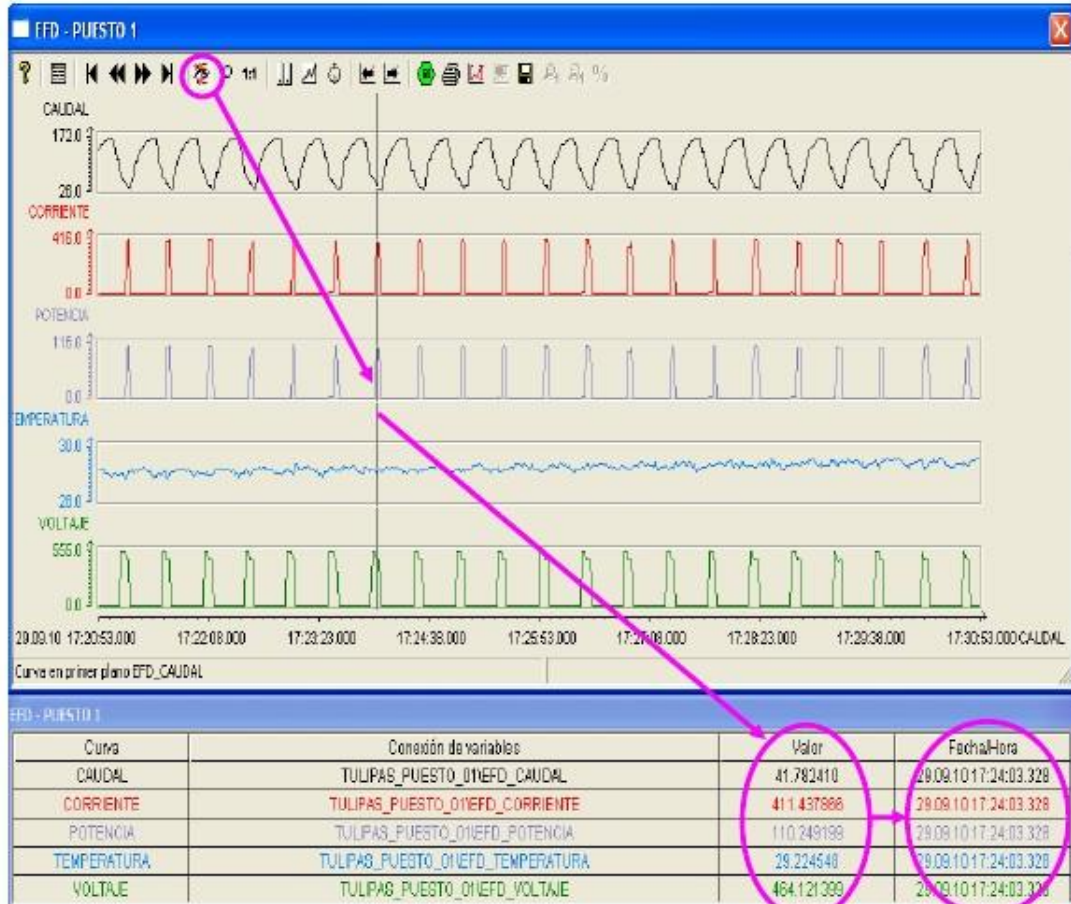
# INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

## 5. Instrucciones

### 5.7.2. Selección y filtro de datos

Una vez seleccionado el intervalo de tiempo, se despliega el conjunto de curvas de cada una de las variables a analizar.

## EFD TULIPAS P1



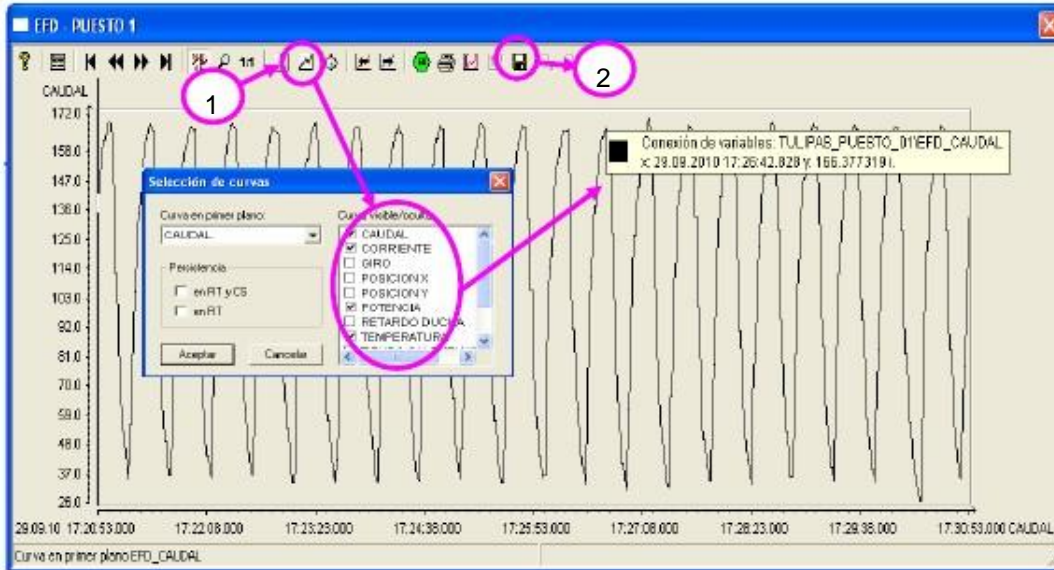
Dando click en el icono regilla, se obtienen las coordenadas de cada una de las variables analizadas en las curvas del runtime, es decir el valor exacto de caudal, corriente, potencia, temperatura, voltaje, con la fecha y hora exacta.



TRANSEJES COLOMBIA

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

### EFD TULIPAS P1



1. Con el icono de selección de curvas, se puede visualizar la gráfica, aumentandola de tamaño, donde facilmente se pueden identificar eventos en un tiempo determinado, tan solo dando click derecho sobre una seccion de la curva.

2. Con el cuadro de dialogo del diskete se guarda el informe del intervalo de tiempo seleccionado, generando una base de datos en excell, con maximos y minimos de cada variable

Item Name	Number of Cycles	Date from	Date to
POF - PUEST	6	30/09/2010 16:34	30/09/2010 19:02
Pos Number	Pos Name	Minimum	Maximum
1	CAUDAL	0	29.224548
2	CORRIENTE	126.812733	153.162677
3	POTENCIA	0	164.520168
4	TEMPERATURA	30.834728	30.871131
5	VOLTAJE	0	431.177673
Pos Number	Date	Value	
11	30/09/2010 16:34	0	
12	30/09/2010 16:34	0	
13	30/09/2010 16:34	0	
14	30/09/2010 16:34	0	
15	30/09/2010 16:34	0	
16	30/09/2010 16:34	0	
17	30/09/2010 16:34	20.849061	
18	30/09/2010 16:34	22.627219	
19	30/09/2010 16:34	28.182877	
20	30/09/2010 16:34	18.489663	
21	30/09/2010 16:34	0	
22	30/09/2010 16:35	0	
23	30/09/2010 16:35	25.925934	
24	30/09/2010 16:35	28.472228	
25	30/09/2010 16:35	9.664352	
26	30/09/2010 16:35	7.118057	
27	30/09/2010 16:35	0	
28	30/09/2010 16:35	0	
29	30/09/2010 16:35	37.835467	
30	30/09/2010 16:35	28.643844	

FECHAHORA	CAUDAL	CORRIENTE	GIRO	POTENCIA	TEMPER.	VOLTAJE
30/09/2010 16:34	0	0	126.818449	161.857809	36.266205	0
30/09/2010 16:34	0	0	126.736115	161.857809	36.266205	0
30/09/2010 16:34	0	0	126.818449	161.857809	36.266205	0
30/09/2010 16:34	0	0	126.818449	161.857809	36.266205	0
30/09/2010 16:34	0	0	180.917236	161.857809	36.208344	0
30/09/2010 16:34	0	0	252.459488	161.857809	36.208344	0
30/09/2010 16:34	20.849061	626.131972	253.038190	0	36.266205	427.263123
30/09/2010 16:34	22.627219	0	253.038190	0	36.209344	0
30/09/2010 16:34	28.182877	0	253.110536	169.850186	36.266205	0
30/09/2010 16:34	18.489663	0	126.736115	0	36.150467	0
30/09/2010 16:34	0	574.344236	253.110536	169.850186	36.208344	431.2724
30/09/2010 16:35	0	641.261611	253.038190	0	36.150467	426.928997
30/09/2010 16:35	25.925934	0	252.965851	169.70076	36.208344	0
30/09/2010 16:35	28.472228	0	253.038190	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	9.664352	0	126.843773	169.70076	36.208344	0
30/09/2010 16:35	7.118057	0	126.843773	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	0	624.388246	253.110536	169.70076	36.150467	431.601306
30/09/2010 16:35	0	0	252.965851	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	27.025467	0	253.182877	169.38179	36.208344	0
30/09/2010 16:35	28.643844	0	253.110536	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	6.712967	0	126.818449	169.38179	36.208344	0
30/09/2010 16:35	0	0	126.736115	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	0	631.953064	253.110536	169.38179	36.208344	431.03656
30/09/2010 16:35	5.208344	0	252.965851	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	27.438657	0	253.182877	157.267319	36.208344	0
30/09/2010 16:35	28.935196	0	253.110536	0	36.150467	0
30/09/2010 16:35	0	0	126.736115	157.267319	36.150467	0
30/09/2010 16:35	0	0	240.214285	0	36.150467	0



**TRANSEJES COLOMBIA**

## INSTRUCTIVO MANEJO SOFTWARE TEMPLADORAS

---

### 5. Instrucciones

3. Seguidamente se procede al filtro y análisis de datos seleccionados, teniendo en cuenta el número de parte trabajado en la fecha, para cada máquina y estación.

**ANEXO G. INSTRUCTIVO MANEJO PANEL DE CONTROL MAQUINA FDF**

Código : 110-001-	Página 1 de 12
Fecha de Emisión : 01-07-2010	Fecha Rev : 12/06/2010 Num Rev : 0
Elaboró : AUDITOR DE CALIDAD Y PROCESOS	
Aprobado Por : COORDINADOR CALIDAD Y PROCESOS	

## MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

---

### 1. Propósito

Este instructivo nos guía sobre el correcto manejo y operación del panel de control de juntas, en el momento de digitar los parámetros de la puesta a punto, al realizar la programación.

---

### 2. Alcance

Este instructivo es aplicable a todas las piezas programadas en la línea de juntas fijas para el proceso de temple superficial por inducción.

---

### 3. Definiciones y Terminología

**PANEL DE CONTROL:** Tablero de comandos de pantalla, que permite comunicación, entre el PLC y la máquina.

**TEMPLE SUPERFICIAL POR INDUCCIÓN:** Tratamiento térmico que permite lograr características metalúrgicas extremadamente favorables en zonas determinadas de una pieza de acero. Este tratamiento superficial se consigue mediante la variación de la potencia aplicada, la frecuencia de la corriente inductora y los tiempos de calentamiento y enfriamiento, debidamente programados.

**SOFTWARE DE MONITOREO:** Herramienta que permite conocer el comportamiento de variables específicas del temple por inducción, en un periodo de tiempo.

---

### 4. Responsables

Operario de producción  
Let Producción  
Coordinador Tratamientos Térmicos Calidad y Procesos  
Auditor de Calidad y Procesos

### 5. Instrucciones

#### 5.1 Identificación del panel de control.

El sistema de visualización u operación del panel, cuenta con (7) imágenes principales y (16) imágenes secundarias, con (9) teclas funcionales dentro del sistema y (2) teclas adicionales que solo funcionan en algunas imágenes.

A continuación se da a conocer el funcionamiento de estas teclas:

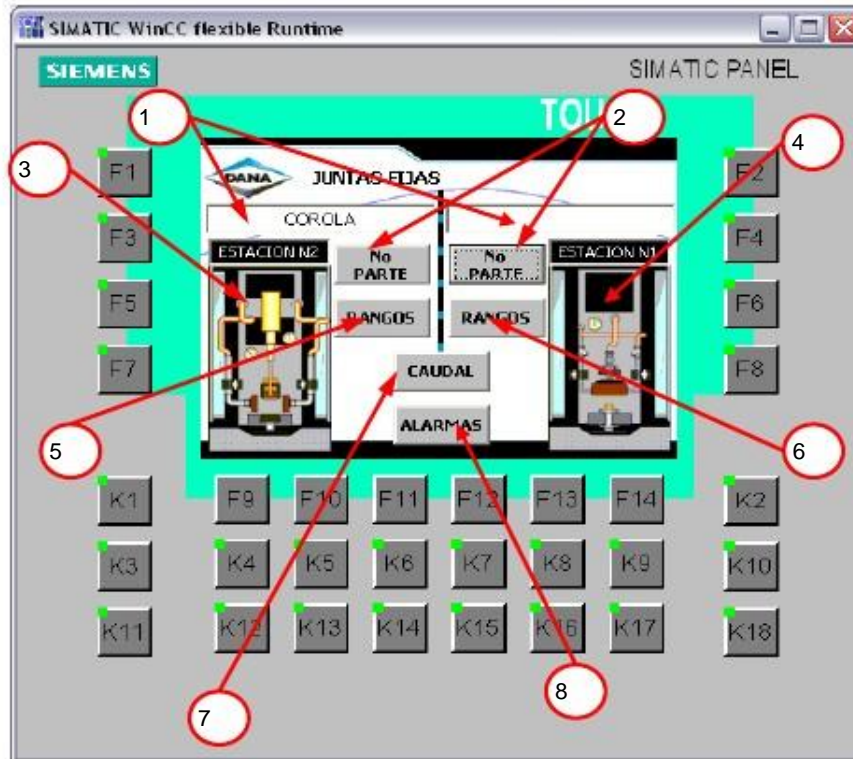


## TRANSEJES COLOMBIA

### MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

#### 5. Instrucciones

##### 5.1.2. Partes Pantalla Principal



Por medio de esta imagen se accede al resto de imágenes del panel, gracias a su funcionalidad de acceso táctil, además de la navegación por medio de las teclas que se nombran en la imagen 02.

Las partes de esta pantalla son las siguientes:

1. Ilustra el No. De parte seleccionado por el operario.
2. Botón de acceso táctil, para modificar, crear o seleccionar No. De parte.
3. Imagen y Botón de Acceso Táctil al registro de la estación No.2.
4. Imagen y Botón de Acceso Táctil al registro de la estación No. 1.
5. Botón de Acceso Táctil a la imagen en donde se visualizan las variables de la estación No.2.
6. Botón de Acceso Táctil a la imagen en donde se visualizan las variables de la estación No.1
7. Botón de Acceso Táctil a la imagen en donde se controla el caudal para las dos estaciones
8. Botón de Acceso Táctil a la imagen en donde se visualizan las alarmas del sistema

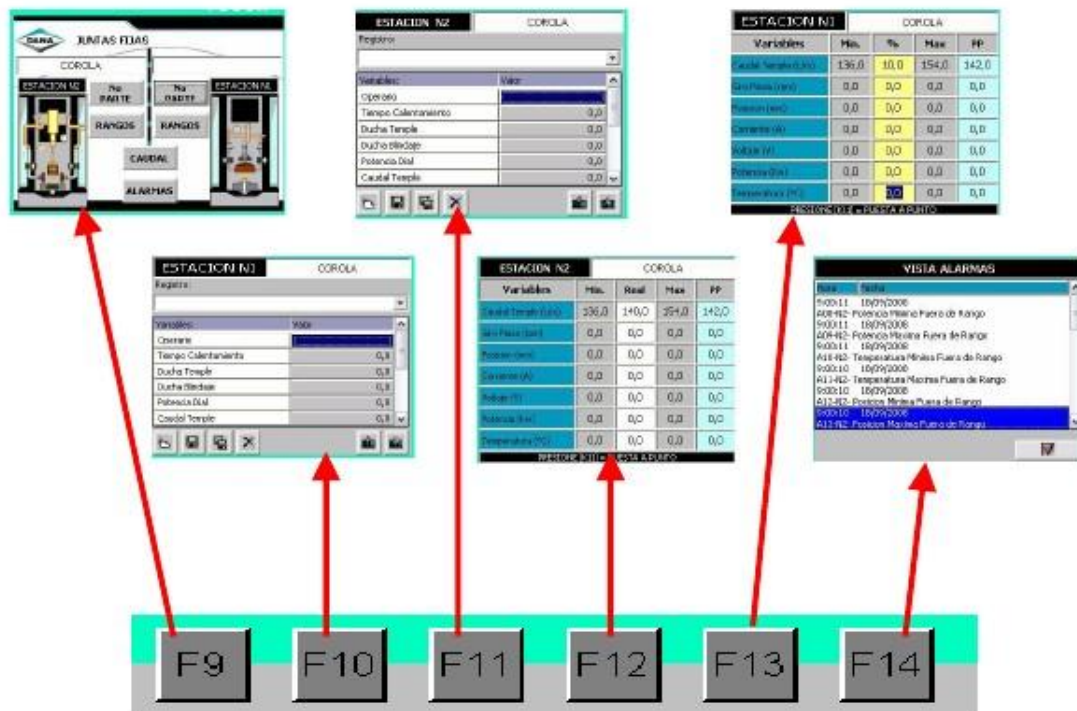


# TRANSEJES COLOMBIA

## MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

### 5. Instrucciones

#### 5.1.3. Teclas de Navegación



1. F9 = Acceso a la imagen Principal o al menú del panel
2. F10 = Acceso a la imagen Registro de la Estación No. 1. Para llenar el registro de la pieza.
3. F11 = Acceso a la imagen Registro de la Estación No. 2. Para llenar el registro de la pieza.
4. F12 = Acceso a la imagen de visualización de las variables de la Estación No.1.
5. F13 = Acceso a la imagen de visualización de las variables de la Estación No.2.
6. F14 = Acceso a la imagen de visualización de Alarmas de la Pantalla.

#### 5.1.4. Teclas Funcionales en General



Aplicable solo en las Imágenes en donde se visualizan las variables de las dos estaciones, esta tecla permite ver la periferia permitiéndome ver el valor actual de la instrumentación



Aplicable en donde haya opción de modificar valores, tales como los rango de las alarmas en las imágenes de visualización de variables, o puede ser el caso en las imágenes en donde se selecciona el numero de parte.



Tecla para realizar ajustes en la programación del PLC



## TRANSEJES COLOMBIA

# MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 5. Instrucciones

### 5.1.5. Teclas Adicionales

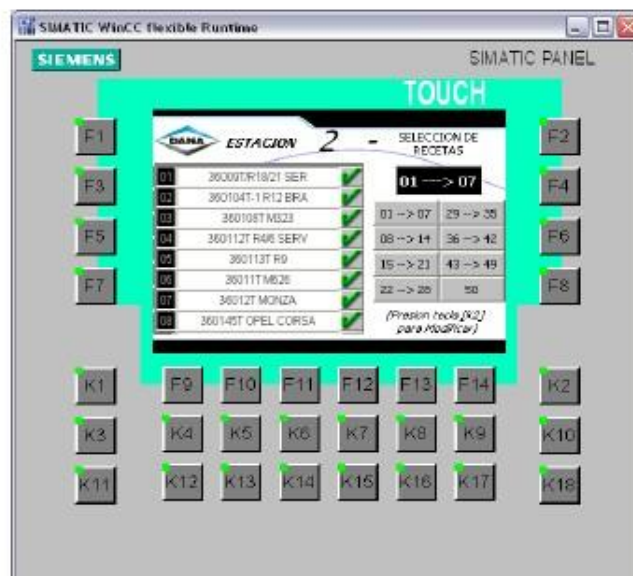


Estando en las imágenes de visualización de variables de cada estación, esta tecla me permite capturar y enviar los valores pico de cada variable y agregarlas a mi registro, para la escritura de una puesta a punto.



Solo es útil en la imagen de alarmas, esta tecla me borra el buffer de avisos.

### 5.2. Imagen Número de Parte



Es en esta imagen en donde se modifican, crean o selecciona el No de Parte a trabajar. Esta imagen tiene dos versiones la versión para la estación uno y para la estación dos y cada versión posee 8 sub-imágenes, la cual permiten navegar entre las 50 recetas ó Numero de parte posibles para supervisar y controlar.

Para modificar una receta es necesario utilizar tal como lo dice el mensaje la tecla [K2], al hacer esto el operario podrá modificar los valores de cada registro.

NOTA: La modificación o creación de un número de pieza no selecciona el número de pieza en el Panel, para esto es necesario dar clic en la flecha verde que esta al frente de cada nombre.

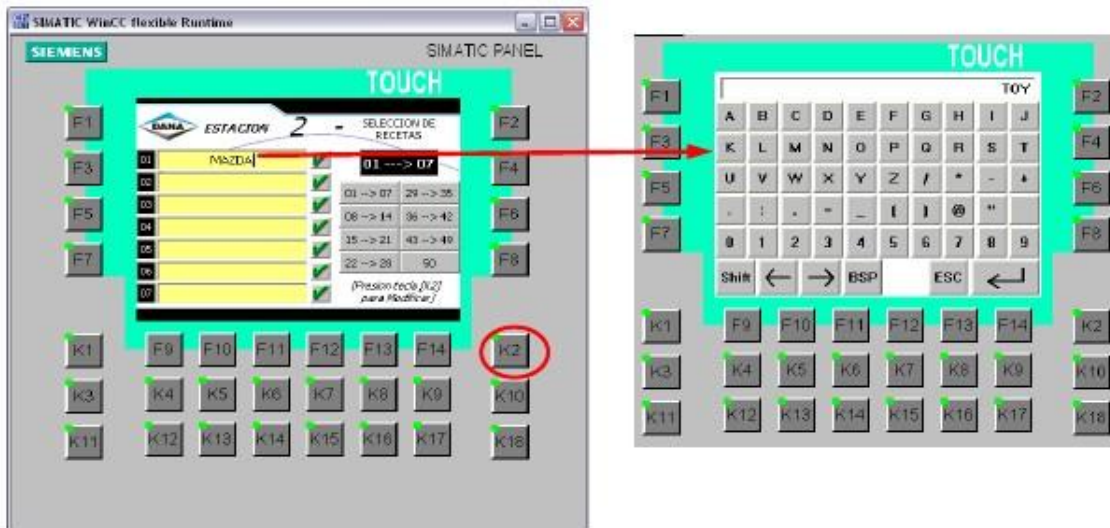
Las modificaciones se pueden realizar oprimiendo K2 y cuando se tornan amarillas las casillas, se digita mediante la aparición de un teclado alfa-numérico. Como se muestra a continuación:



# TRANSEJES COLOMBIA

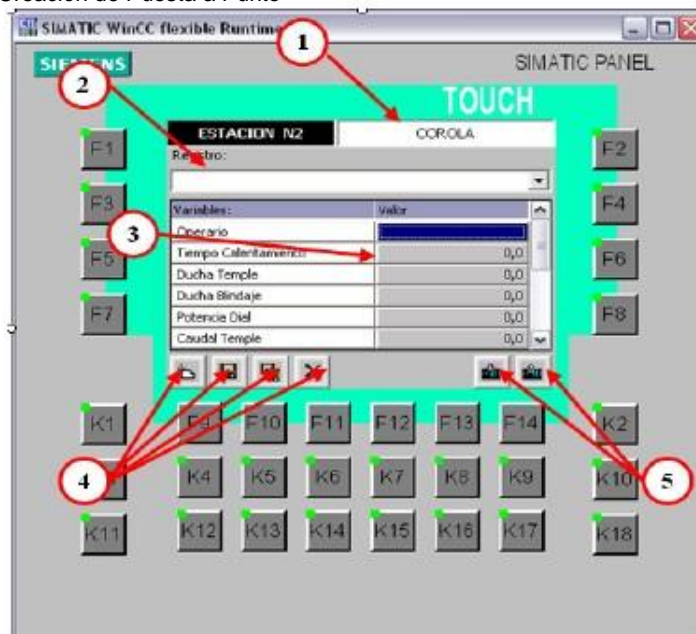
## MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

### 5. Instrucciones



Actualmente se han creado 40 numeros de parte, donde el operario solo tiene que oprimir la casilla "numero de parte" en la pantalla principal y seguidamente seleccionar con la flecha verde el que se va a programar.

### 5.3. Imagen Creación de Puesta a Punto





## TRANSEJES COLOMBIA

# MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

---

## 5. Instrucciones

Aquí es donde se registran los valores importantes y relevantes para el proceso, al igual que con las imágenes de número de parte este tiene dos versiones una para cada estación.

El llenado del registro se puede hacer manual y automático para algunas variables que controla el PLC (mediante activación puesta a punto).

Al enviar los datos al PLC, son con estos datos con los cuales el sistema de avisos establece los parámetros de alarmas.

Cada No de Parte posee sus registros independientes de los otros números de parte.

A continuación se describen cada una de sus partes:

1. Visualización del Número de Parte, en donde se van a almacenar los registros
2. Visualización del Nombre del Registro.
3. Visualización de la Tabla de Variables de la Máquina, (NOTA: esta tabla posee barras deslizantes para modificar la visualización de la misma)
4. Barra de Herramientas del Registro



Permite la creación de un nuevo registro

NOTA: Esto no implica perder los datos, el sistema cuenta con un sistema de verificación de este botón (tal como, ¿esta seguro? Ó desea guardar cambios?)



Permite el almacenar el registro, en la base de datos del número de parte.

NOTA: el guardar no implica el seleccionar el registro de puesta a punto, para esto es necesario enviarlos.



Permite la opción de guardar el registro con otro nombre, especial para las pequeñas modificaciones a registro ya establecidos.



Elimina el registro actual visualizado

NOTA: al igual que el botón de creación de un nuevo registro, este también cuenta con el sistema de verificación de botón.

5. Barra de herramientas de envío y/o recepción.



Este botón envía los datos del registro al PLC, actualizando así el sistema de avisos con los parámetros del registro enviados para el sistema de alarmas.



Al contrario del botón anterior, este recibe los parámetros actuales con los cuales el PLC está trabajando.

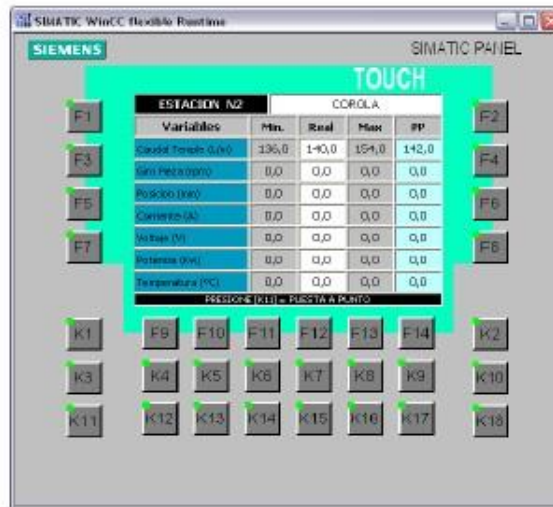


## TRANSEJES COLOMBIA

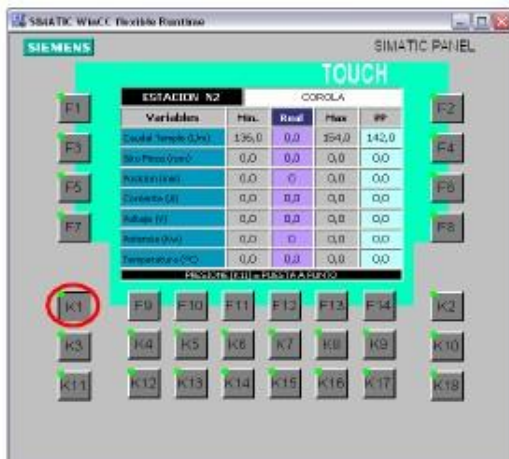
# MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 5. Instrucciones

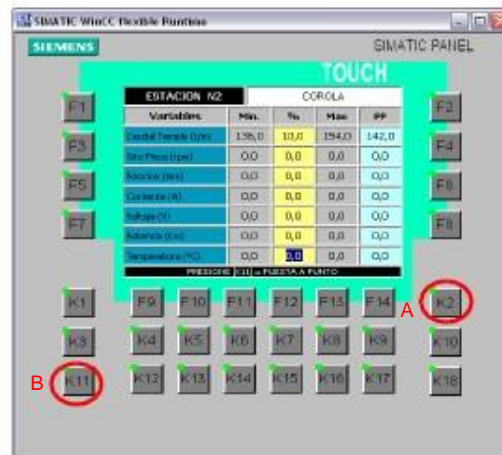
### 5.4. Imagen Visualización de Variables



Aquí es donde se registran los valores importantes y relevantes para el proceso, al igual que con las imágenes de numero de parte este tiene dos versiones una para cada estación  
El llenado del registro se puede hacer manual y automático para algunas variables que controla el PLC (mediante activación puesta a punto).  
En esta imagen son aplicables las dos teclas de función [K1] y [K2], así como la tecla adicional [K11] para la realización de puesta a punto.



K1 = Me permite ver el estado actual de la periferia y no el valor pico de las variables



A. K2 = Me permite realizar modificaciones sobre el porcentaje de los rangos max y min de cada variable.  
B. K11 = Me permite realizar modificaciones sobre el porcentaje de los rangos max y min de cada variable.



## TRANSEJES COLOMBIA

### MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

#### 5. Instrucciones

B. K11 = Esta tecla es la funcionalidad de Puesta a punto, se basa en que toma los datos del último proceso realizado y los almacena en la puesta a punto del PLC. Tan pronto el realice la acción de Puesta a punto de las variables, el automáticamente lo envía a la imagen de registro correspondiente según estación; entonces para almacenar el registro de la puesta a punto es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Una vez seleccionado el numero de parte, pulsamos F11 o sobre la imagen de la Estación 2 en la pantalla principal para empezar a llenar la puesta a punto.



2. Estando en la imagen de registro, se crea un archivo nuevo para registrar los nuevos datos adquiridos.

3. Ahora se reciben los datos enviados al PLC de la puesta a punto observando que parte del registro se llena automáticamente.

4. Las variables faltantes (operario, puesta a punto, colada, tiempo de calentamiento y potencia dial), los llenara el operario según sea su turno de trabajo

5. Se le da un nombre al registro (FECHA/HORA/TURNO) y se oprime guardar



6. Como rutina de verificación y para que puedan ser leídos los datos en la estación remota, se oprime enviar al PLC



#### 5.5. Imagen Control de Caudal

En esta imagen se puede hacer un seguimiento y controlar el caudal, variando el valor en ajuste de de caudal de de temple

Esta imagen aplica para la variación de caudal de las dos estaciones, y al igual que las anteriores imágenes para realizar una modificación se oprime K2.



## TRANSEJES COLOMBIA

# MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 5. Instrucciones

CONTROL DE CAUDAL				
<b>ESTACION N1</b>				
Variables	Min.	Real	Max	PP
Caudal Temple (L/m)	126,0	0,0	0,0	0,0
Ajuste Caudal Temple (L/m):				0,0
<b>ESTACION N2</b> COROLA				
Variables	Min.	Real	Max	PP
Caudal Temple (L/m)	136,0	140,0	154,0	142,0
Ajuste Caudal Temple (L/m):				0,0

### 5.6. Imagen de Alarmas

La imagen de alarmas del sistema ilustra las alarmas que presentó el proceso, la hora en que ocurrieron y una pequeña información que indica cual fue la alarma activada.

Toda alarma necesita su acuse esto gracias al único botón de acceso táctil que esta imagen posee

Aquí se activa una tecla adicional que es la tecla [K17] que lo que hace es limpiar y borrar el buffer de avisos del sistema



La visualización de alarmas se encuentra en esta imagen y también se visualiza en una ventana, la cual aparece en todas las imágenes, con un aviso que notifica el evento de alarma.



Este botón se visualiza en la ventana indicando cual fue la alarma activada.



## TRANSEJES COLOMBIA

### MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

#### 5. Instrucciones



Esta en la ventana de avisos de alarmas la cual se ejecuta en la imagen de visualización de variables, para desaparecer esta advertencia es necesario que todas las alarmas sean acusadas por el operario mediante el botón.





## TRANSEJES COLOMBIA

### MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

---

#### 6. Referencias

##### 6.2 Documentos de referencia

Operación y Manejo FDF

I4 - 557 - 0697

---

#### 7. Formatos

Carta de Puesta punto, temple por induccion Juntas Fijas

XX - XX - X

Plan de Control de Produccion temple por induccion Juntas Fijas

XX - XXX - XX

---

#### 8. Políticas Relacionadas

ISO / TS 16949

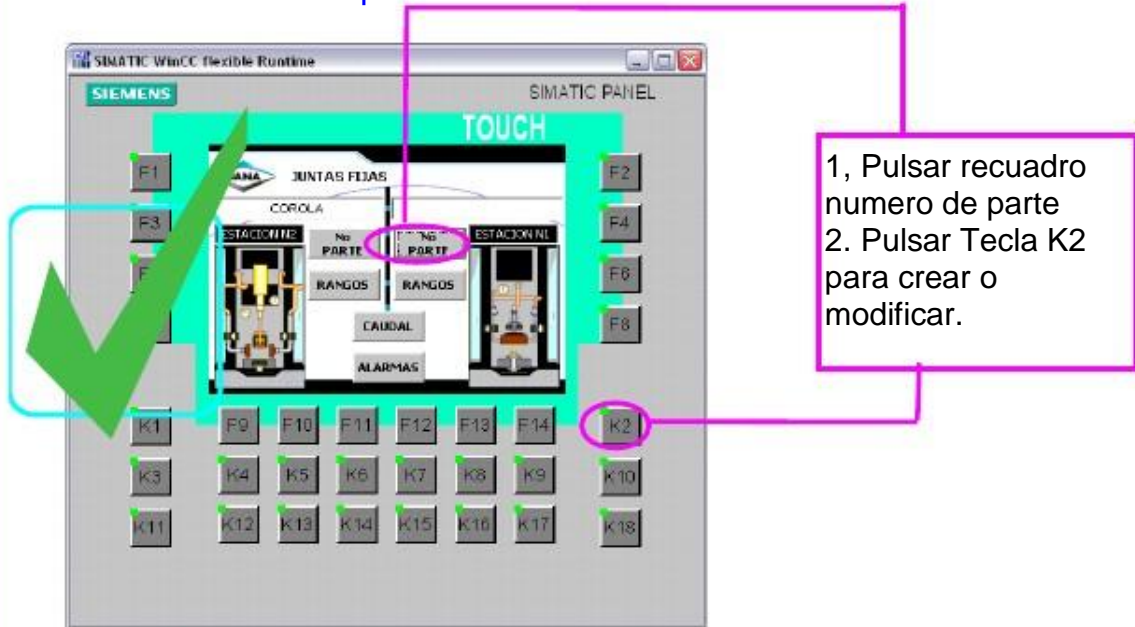
7

I10-003-0597

**ANEXO H. AYUDAS VISUALES MAQUINA FDF**

# CORRECTO MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 1. Creación Número de parte




MFJ-0136-09	---	LIBERADA	F. G.	D. C.	07-07-2009						
NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR.	VoBo.	FECHA	NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR.	VoBo.	FECHA
 P/N: VARIOS NOMBRE DE LA PARTE: JUNTA FIJA						LINEA: JUNTAS FIJAS MAQUINA: FDF COD. FMTO: F10-030-0298 NUM. REV.: 0 V10 - xxx - xxx HOJA: 1 DE 4					

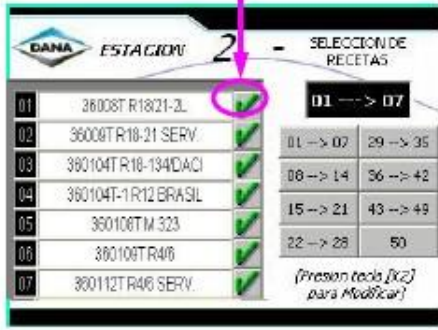
# CORRECTO MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 2. Creación Puesta a Punto


1. Pulsar recuadro y seleccionar numero de parte con flecha verde



2. Pulsar imagen y pulsar crear archivo



3. Recibir datos y digitar los faltantes: operario, PAP, colada, ducha temple, tiempo de calent. y potencia dial



4. Nombrar registro: FECHA/HORA/TURNO y pulsar guardar

5. Finalmente pulsar enviar al

NOTA: Para cambio de turno solo pulsamos guardar con la tecla señalada en rojo, copiando el registro de la puesta a punto y realizamos paso 3, 4 y 5.

\*Para Estación 2 se realizan los mismos pasos.

MFJ-0136-09	---	LIBERADA	F. G. D. C.	07-07-2009					
NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. YoBo.	FECHA	NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. YoBo.	FECHA
 P/N: VARIOS					LINEA: JUNTAS FIJAS MAQUINA: FDF COD. FMTO: F10-030-0298				
NOMBRE DE LA PARTE: JUNTA FIJA					V10 - xxx - xxx		NUM. REV. : 0 HOJA: 2 DE 4		

# CORRECTO MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 3. Programación Rangos de Trabajo por Número de Parte

1. Se pulsa la tecla F12 (Est.1) y F13 (Est.2) para visualizar esta pantalla

2. Aquí se digitan los rangos de trabajo para cada variable según tabla adjunta, pulsando la tecla K2 para

VARIABLE	AVE0 363408T		OPTRA 363406T		TWINGO 363832T		SPARK 363827T		COROLLA 363402T		LOGAN 363835T		FIESTA 363803T	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CAUDAL	2,0	7,0	1,0	8,0	1,0	6,0	1,0	6,0	1,0	7,0	1,5	3,5	2,0	6,0
CORIENTE	66	27	26	11	42	23	39	15	29	24	20	14	33	39
POTENCIA	15	8,0	8,0	5,0	6,0	5,0	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0	4,0	8,0	9,0
VOLTAJE	11	10	9,0	10	9,5	10	9,5	9,0	7,0	10	14	10	6,0	11
GIRO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TEMPERAT.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

NOTA: \* Los rangos de trabajo deben digitarse al momento de la programación de cada número de parte, una vez digitada la puesta punto.

\* Los rangos de Velocidad de Giro y temperatura son constantes, pero se debe verificar que correspondan con el valor de la tabla en cada programación.

MFJ-0136-09	---	LIBERADA	F. G. D. C.	07-07-2009										
NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. YoBo.	FECHA	NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. YoBo.	FECHA					
 P/N: VARIOS					LINEA: JUNTAS FIJAS									
NOMBRE DE LA PARTE: JUNTA FIJA					MAQUINA: FDF					COD. FMTO: F10-030-0298				
					NUM. REV.: 0									
					V10 - xxx - xxx					HOJA: 3 DE 4				

# CORRECTO MANEJO PANEL DE CONTROL FDF

## 4. Programación Rangos de Caudal.

**1.** Pulsamos la tecla F9 para acceder a la pantalla principal

**2.** Pulsamos la tecla "Caudal" para acceder a la pantalla de CONTROL DE CAUDAL

**3.** Pulsamos la tecla K2 para modificar y guardar el caudal de la estación 1 y 2, según tabla

ESTACION N1	Variables	Min.	Real	Max	PP
	Caudal Temple (L/m)	126,0	0,0	0,0	0,0
	Ajuste Caudal Temple (L/m):				0,0

ESTACION N2	Variables	Min.	Real	Max	PP
	Caudal Temple (L/m)	136,0	140,0	154,0	142,0
	Ajuste Caudal Temple (L/m):				60

AJUSTE CAUDAL	VALOR (L/m)
Estación 1	30
Estación 2	60

**NOTA:** El valor de caudal es igual para cualquier número de parte.

MFJ-0136-09	---	LIBERADA	F. G. D. C.	07-07-2009					
NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. VoBo.	FECHA	NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR. VoBo.	FECHA
					LINEA: JUNTAS FIJAS MAQUINA: FDF COD. FMTO: F10-030-0298				
P/N: VARIOS NOMBRE DE LA PARTE: JUNTA FIJA					NUM. REV. : 4 HOJA: 4 DE 0				
					V10 - xxx - xxx				

## **ANEXO I. AYUDAS VISUALES MAQUINA EFD**

# PARÁMETROS SOFTWARE - PANEL DE CONTROL EFD TULIPAS

## 1. Programación Rangos de Trabajo por Número de Parte



2. Aquí se programan cada uno de los Rangos para Corriente, Potencia, Voltaje, Temperatura, y Caudal según tabla punto 3.

1. Pulsar parámetros P1 ó P2, según el puesto que se vaya a programar, visualizando la pantalla de CONFIGURACIÓN

3. Aquí se visualizan los rangos por número de parte y por Puesto identificados con un color diferente, para evitar equivocación.

VARIABLE	AVEO 350808T		OPTRA 350811T		LOGAN 350908T		MEGANE 350238T		VITARA 350805T		FIESTA 350907T		SPARK 350922T	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
CAUDAL	22	***	10	***		***		***	5,0	***	18	***	10	***
CORRIENTE	66	46	23	64		136		85	20	52	67	44.9	25	60
POTENCIA	22	14	12	19		40		38	8,0	18	22	11.05	12	33
VOLTAJE	6,0	5,0	3,0	3,2		3,0		6,0	6,0	6,0	5,0	6,0	4,0	4,0
TEMPERAT.	3,5	3,5	3,5	3,5		3,5		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

NOTA: El rango de caudal solo se establece para el puesto 1 (temple vástago). Para las aplicaciones de LOGAN y MEGANE no hay rango de caudal, debido que es un modelo sin vástago.

MFJ-0136-09	---	F. G.	D. C.											
NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR.	VoBo.	FECHA	NUM.	LET.	MODIFICACIONES	POR.	VoBo.	FECHA			
						LINEA: TULIPAS MAQUIN: EFD COD. FMTO: F10-030-0298 NUM. REV.: 0								
P/N: VARIOS NOMBRE DE LA PARTE: TULIPAS						V10 - xxx - xxx			HOJA: 1 DE 2					

