

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## ESCUELA DE INGENIERÍA

“AUTOMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS CORRUGADORA Y  
CORTADORA DE CARTÓN, UTILIZANDO UNA RED DE  
VARIADORES DE VELOCIDAD CONTROLADOS POR UN PLC  
SIEMENS VÍA PROTOCOLO USS”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y CONTROL

STALYN RAMIRO VEINTIMILLA FIERRO

MARLON ROLANDO MÁRMOL CRIOLLO

DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA

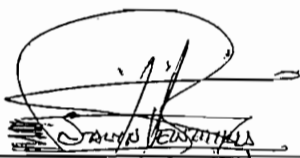
QUITO, JUNIO 2005



## DECLARACIÓN

Nosotros, Stalyn Ramiro Veintimilla Fierro y Marlon Rolando Mármol Criollo declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Stalyn Ramiro Veintimilla Fierro.



Marlon Rolando Mármol Criollo



hubiera sido posible.

Y a Dios por darnos salud, inteligencia y los recursos necesarios para la culminación del presente trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

A Diego Naranjo, Jefe de Producción de la empresa MICROEMPAQUES, por darnos la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos, en la ejecución de un proyecto directamente relacionado con el campo por nosotros estudiado.

Al Ing. Germán Castro por acompañarnos durante todo el proceso.

A nuestras familias porque sin ellas nada de esto hubiera sido posible.

Y a Dios por darnos salud, inteligencia y los recursos necesarios para la culminación del presente trabajo.

Principalmente a Dios por estar siempre a mi lado, a mi esposa por toda la fuerza y el aliento que me brindó durante la realización de ésta tesis.

A mi Madre, a mi Hermana por todo el apoyo moral brindado en el transcurso de la carrera y a mi Padre que en paz descansa.

## DEDICATORIA

A mi mamá, porque solo ella sabe como impulsarme a continuar.

*Stafyn*

Principalmente a Dios por estar siempre a mi lado, a mi esposa por toda la fuerza y el aliento que me brindó durante la realización de ésta tesis.

A mi Madre, a mi Hermana por todo el apoyo moral brindado en el transcurso de la carrera y a mi Padre que en paz descansa.

*Rolando*

# CONTENIDO

---

---

<b>CONTENIDO</b> .....	I
<b>RESUMEN</b> .....	VII
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	VIII
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CARTÓN CORRUGADO</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 MATERIA PRIMA PARA EL CARTÓN</b> .....	1
1.1.1 EL ÁRBOL .....	1
1.1.2 LA CELULOSA .....	3
1.1.3 EL PAPEL.....	6
<b>1.2 CONFORMACIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO</b> .....	8
1.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS.....	8
1.2.1.1 Papel onda o flauta .....	8
1.2.1.2 Papel Liner .....	10
1.2.1.3 Adhesivo.....	10
1.2.2 TIPOS DE CARTÓN CORRUGADO.....	11
<b>1.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO</b> .....	12
<b>1.4 PROCESO DE CONVERSIÓN</b> .....	16
1.4.1.1 Corte.....	16
1.4.1.2 Impresión.....	21
1.4.1.3 Troquelado .....	21
<b>1.5 SISTEMAS DE ACARREAMIENTO Y TRANSPORTE</b> .....	23
1.5.1 BANDAS TRANSPORTADORAS .....	23
1.5.2 SISTEMA DE RODILLOS.....	25

1.6 PRODUCTO FINAL.....	26
1.7 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	28
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>30</b>
<b>OPERACIÓN, CONTROL Y EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>30</b>
2.1.1 OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CORRUGADORA .....	32
2.1.2 OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CORTADORA .....	35
<b>2.2 CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA LÍNEA.....</b>	<b>39</b>
2.2.1 PERTURBACIONES PRESENTES EN EL MOVIMIENTO DE LOS RODILLOS .....	41
2.2.1.1 Perturbaciones en la cuchilla rotativa .....	41
2.2.1.2 Perturbaciones en el rodillo de arrastre.....	43
2.2.1.3 Perturbaciones en el rodillo corrugador .....	46
2.2.2 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONSIGNA INGRESADA AL VARIADOR Y LA VELOCIDAD REAL DE LOS RODILLOS .....	47
<b>2.3 DETERMINACIÓN DE EXPRESIONES QUE GOBIERNAN LAS SECCIONES DE LA LÍNEA A SER AUTOMATIZADAS.....</b>	<b>54</b>
2.3.1 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA DE CORTE.....	54
2.3.2 CONTROL DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA VELOCIDAD ENTRE LA CORTADORA Y LA CORRUGADORA .....	56
<b>2.4 SINÓPSIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA EL CONTROL DE LA LÍNEA .....</b>	<b>58</b>
2.4.1 SINÓPSIS DE LOS CONVERTIDORES DE FRECUENCIA SIMOVERT.....	58
2.4.1.1 Características constructivas de los convertidores SIMOVERT .....	58
2.4.1.2 Herramientas importantes para poner en marcha los convertidores SIMOVERT .....	64
2.4.1.3 Dispositivos para configurar los convertidores .....	68
2.4.2 SINÓPSIS DEL PLC S7-200-216.....	70
2.4.2.1 Características constructivas del S7-200-216 .....	70
2.4.2.2 Lógica de funcionamiento del S7-200 .....	71
2.4.2.3 Requerimientos indispensables para configurar el S7-200.....	72
2.4.3 SINÓPSIS DEL OP3 V2.05 .....	74
2.4.3.1 Características constitutivas del OP3 .....	74

2.4.3.2	Características generales de funcionamiento del OP3.....	75
2.4.3.3	Configuración del OP3 .....	78
2.4.4	EQUIPOS ADICIONALES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN .....	79
2.4.4.1	Fuente LOGO! Power.....	79
2.4.4.2	Sensor inductivo de proximidad .....	80
2.4.4.3	Interruptor de posición.....	80
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>82</b>
<b>REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS COMUNICACIONES.....</b>		<b>82</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>		<b>82</b>
<b>3.1</b>	<b>COMUNICACIÓN OP3 – PLC.....</b>	<b>83</b>
3.1.1	EL PROTOCOLO PPI PARA COMUNICAR EL OP3 CON EL PLC.....	83
3.1.2	MEMORIA DEL PLC PARA LA TRANSFERENCIA DE DATOS .....	84
3.1.3	MANIPULACIÓN DE VARIABLES EN EL OP3.....	87
3.1.4	CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN EN RED DEL OP3 CON UN PLC S7-200.....	88
<b>3.2</b>	<b>COMUNICACIÓN PLC – CONVERTIDORES DE FRECUENCIA.....</b>	<b>89</b>
3.2.1	BASES DEL PROTOCOLO USS PARA COMUNICAR EL PLC CON LOS DRIVES .....	90
3.2.1.1	Estructura de la trama.....	91
3.2.1.2	Estructura de los Datos de red .....	91
3.2.2	DESARROLLO DEL DRIVER DEL PROTOCOLO USS.....	95
3.2.2.1	Inicialización (Rango de parámetros del driver).....	96
3.2.2.2	Modo de transmisión cíclica y “broadcast” (Área de datos de red).....	97
3.2.2.3	Banderas de estado para el Usuario (Área de sistema del driver) .....	103
3.2.2.4	Plataforma software para el driver .....	104
3.2.3	REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN PLC – DRIVES.....	112
3.2.3.1	Instalación del bus .....	113
3.2.3.2	Parametrización de la comunicación en los convertidores de frecuencia.....	115
3.2.3.3	Parametrización del driver .....	116
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>117</b>
<b>AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO .....</b>		<b>117</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>		<b>117</b>

<b>4.1 SISTEMA IMPLEMENTADO (UTILIZACIÓN DE LOS MODOS DE OPERACIÓN)</b>	
117	
4.1.1 MODO MANUAL .....	117
4.1.2 MODO AUTOMÁTICO INDEPENDIENTE.....	118
4.1.3 MODO AUTOMÁTICO UNIFICADO .....	119
<b>4.2 PROGRAMA IMPLEMENTADO EN EL PLC.....</b>	<b>119</b>
4.2.1 DESCRIPTOR DE ENTRADAS/SALIDAS.....	120
4.2.2 ÁREA DE DATOS DE USUARIO (VARIABLES UTILIZADAS).....	120
4.2.3 PROGRAMA DE USUARIO.....	124
4.2.3.1 OB1. Programa principal .....	124
4.2.3.2 Subrutina 2. INICIAL.....	126
4.2.3.3 Subrutina 3. CAMBIO DE MODO .....	127
4.2.3.4 Subrutina 4. DETERMINACIÓN DEL MODO .....	128
4.2.3.5 Subrutina 5. MANUAL .....	129
4.2.3.6 Subrutina 6. AUTOMÁTICO INDEPENDIENTE.....	130
4.2.3.7 Subrutina 7. AUTOMÁTICO UNIFICADO .....	134
<b>4.3 INTERFAZ DE OPERADOR.....</b>	<b>138</b>
<b>4.4 CONFIGURACIÓN DE LOS DRIVES .....</b>	<b>150</b>
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>155</b>
<b>PRUEBAS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>155</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>155</b>
<b>5.1 PRUEBAS.....</b>	<b>155</b>
5.1.1 PRUEBA 1. CORTES EN CARTÓN RECICLADO.....	155
5.1.2 PRUEBA 2. CORTES EN PAPEL .....	157
5.1.3 PRUEBA 3. CORTES EN CARTÓN VIRGEN.....	160
<b>5.2 CONCLUSIONES.....</b>	<b>163</b>
<b>5.3 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>166</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>169</b>
<b>A.1 ANEXO 1.....</b>	<b>169</b>



A.1.1	APROVECHAMIENTO DE LA MADERA .....	169
A.1.2	MAQUINA ELABORADORA DE PAPEL.....	170
A.1.3	TIPOS DE PAPEL.....	171
A.1.4	TROQUELADORA.....	173
<b>A.2</b>	<b>ANEXO 2.....</b>	<b>174</b>
A.2.1	ESQUEMA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	174
A.2.2	DATOS MUESTREADOS .....	174
A.2.3	DIAGRAMAS CIRCUITALES DE LOS VARIADORES .....	179
A.2.3.1	MidiMaster y MicroMaster Vector .....	179
A.2.3.2	MasterDrive.....	181
A.2.3.3	MicroMaster 420 .....	182
A.2.4	PANELES PARA CONFIGURAR LOS VARIADORES.....	183
A.2.4.1	Paneles de mando para MicroMaster Vector y Midimaster Vector.....	183
A.2.4.2	Paneles de mando para MasterDrive.....	184
A.2.4.3	Paneles de mando para MicroMaster 420 .....	185
A.2.5	CARACTERÍSTICAS DEL PLC S7-200 .....	186
A.2.5.1	CPU 216 alimentación AC, entradas DC, salidas de relé.....	186
A.2.5.2	Entradas/salidas de la CPU 216 y su utilización .....	187
A.2.5.3	Resumen de las áreas de memoria y funciones de la CPU S7-200.....	188
A.2.5.4	Áreas de operandos de la CPU.....	189
A.2.6	CARACTERÍSTICAS FUENTE LOGO!POWER.....	190
A.2.7	CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD.....	191
A.2.8	CARACTERÍSTICAS DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN 3SE.....	192
<b>A.3</b>	<b>ANEXO 3.....</b>	<b>193</b>
A.3.1	REVISIÓN BÁSICA DE SIMATIC PROTOOL/LITE .....	193
A.3.2	IMÁGENES ESPECIALES .....	201
A.3.3	ÁREA DE INTERFAZ PARA EL OP3 .....	201
A.3.3.1	Bits de control y confirmación.....	202
A.3.3.2	Identificación del acoplamiento.....	202
A.3.3.3	Hora y fecha .....	202
A.3.4	TASK ID Y REPLY ID PARA COMUNICACIÓN DE LOS DRIVES .....	203
A.3.4.1	Task ID y su significado .....	203
A.3.4.2	Reply ID y su significado .....	203
A.3.4.3	Número de error cuando la tarea no puede ser cumplida .....	204
A.3.5	PALABRA DE CONTROL Y PALABRA DE ESTADO PARA LOS DRIVES .....	205
A.3.5.1	Palabra de control para el MicroMaster 420 y vector.....	205

A.3.5.2	Palabra de estado para el MicroMaster 420 y vector.....	205
A.3.5.3	Palabra de control para el MasterDrive.....	206
A.3.5.4	Palabra de estado para el MasterDrive.....	207
A.3.6	AREA DE DATOS DE SISTEMA DEL DRIVER USS. ....	208
A.3.7	LISTA DE INSTRUCCIONES DEL PROGRAMA DEL DRIVER USS@.....	209
<b>A.4</b>	<b>ANEXO 4.....</b>	<b>221</b>
A.4.1	CONEXIONES DE LAS ENTRADAS DEL PLC.....	221
A.4.2	CONEXIONES DE LAS SALIDAS DEL PLC .....	222
A.4.3	CONEXIONES DE LOS BORNES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD 1 .....	223
A.4.4	CONEXIONES DE LOS BORNES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD 2 .....	224
A.4.5	***** PROGRAMA DE USUARIO ***** .....	225
A.4.5.1	PRINCIPAL OBI .....	225
A.4.5.2	Subrutina 2. INICIAL.....	227
A.4.5.3	Subrutina 3. CAMBMOD.....	227
A.4.5.4	Subrutina 4. DETMODO .....	231
A.4.5.5	Subrutina 5. MANUAL .....	231
A.4.5.6	Subrutina 6. AUTI .....	232
A.4.5.7	Subrutina 7. AUTU.....	236
<b>A.5</b>	<b>ANEXO 5.....</b>	<b>242</b>

## RESUMEN

---

El presente proyecto, tiene por objeto establecer un nivel inicial de automatización de una línea productora de cartón, constituida por dos máquinas, denominadas corrugadora y cortadora, que originalmente operan de forma manual. Para esto se implementa una red de convertidores de frecuencia, utilizando un protocolo de comunicación definido; controlados por un PLC, el cual recibe las órdenes de operación mediante una interfaz de operador. A continuación se brinda una idea global de los temas tratados en los subsiguientes capítulos.

Con el capítulo 1 se pretende que el lector sea capaz de entender y establecer una conversación directa con las personas involucradas en la producción de cartón, pues, se abordan temas relacionados con la materia prima, las características del cartón corrugado y los procesos involucrados en su elaboración, hasta obtener varios productos finales.

En el capítulo 2 se particulariza la operación de la línea de producción objeto del presente trabajo escrito, introduciendo ciertos criterios que determinan el control automático implementado y por último se da una breve descripción de ciertas características importantes de los equipos disponibles para el efecto.

En el capítulo 3 se procede a detallar los aspectos necesarios para la implementación de las comunicaciones.

En el capítulo 4 se describe la operación del sistema realizado, abordando todos los aspectos referentes a la programación del PLC, expresando el programa de usuario en diagramas de flujo y por último explicando la utilización de las ventanas del panel operador.

Finalmente, en el capítulo 5, se muestra las pruebas realizadas para comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto, mediante pruebas realizadas durante la operación habitual de la línea y establecer las conclusiones y recomendaciones consecuentes de éste trabajo.

## PRESENTACIÓN

---

En la actualidad los avances tecnológicos que brinda la electrónica y la electricidad en general, acrecentado por la competitividad a nivel industrial obligan a las personas involucradas en el desarrollo de los niveles de producción a pensar no solo si deben automatizar, sino hasta que punto de automatización quieren llegar.

Al realizar un análisis progresivo del desempeño de una pequeña planta podemos resaltar ciertas situaciones que nos llevan a pensar en la posibilidad de mejorar.

En un día normal de actividades, el corrugador encargado de la línea de producción de cartón llega a las 7h00. Le llevará 15 minutos prender el caldero y llegar a las temperaturas adecuadas para encender la corrugadora, otros 15 minutos para prender el compresor y alcanzar las presiones a las que deben estar los elementos de la misma, 15 minutos más para colocar el adhesivo en la bandejas diseñadas para el efecto y por último otros 15 minutos en introducir el papel a la máquina, en caso de que los rodillos de papel ya estuviesen colocados en posición. Al término de 1 hora la corrugadora esta lista para arrancar y producir cartón; pero aún falta calibrar manualmente la cortadora para obtener planchas de una longitud determinada. Esta calibración le tomará al corrugador entre 20 y 30 minutos con los consecuentes desperdicios de material.

La línea estará lista para producir, aproximadamente luego de hora y media de iniciadas las labores.

El nivel de automatización siempre va a depender del encargado de producción de la línea. En una planta como la descrita, se puede notar que hay varias cosas en las cuales el operador no necesariamente debe intervenir. Por ejemplo se puede automáticamente calibrar la cortadora, así como sincronizar su velocidad con la corrugadora. Que si bien no es un gran cambio, es significativo y contribuye al mejoramiento de los niveles de productividad.

## CAPÍTULO 1

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CARTÓN CORRUGADO

---

## INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda la mayor parte de los factores involucrados en la fabricación del cartón corrugado, dando un breve vistazo a los procesos asociados con la obtención y tratamiento de la materia prima, las definiciones y conceptos útiles para entender correctamente todos los parámetros que describen el cartón corrugado.

### 1.1 MATERIA PRIMA PARA EL CARTÓN

Abordando los procesos involucrados en la obtención del cartón, cronológica y secuencialmente, se debe estudiar primeramente el árbol, del cual se sacará la pulpa de celulosa tratándola hasta obtener el papel y con este los diferentes tipos de cartón. Se puede apreciar entonces que al hablar de materia prima hay que referirse al papel, a la celulosa y a los árboles.

#### 1.1.1 EL ÁRBOL

El árbol como todo ser vivo para su desarrollo requiere de un hábitat donde el clima y la calidad del suelo darán facilidad para la formación de bosques. En la actualidad a los bosques se los ha clasificado en nativos y artificiales.

Los bosques nativos no son plantados por el hombre, de allí que también son llamados espontáneos o naturales, crecen en lugares con un hábitat excepcional para su desarrollo y reproducción, el cual define sus características principales como: grosor, altura, humedad, etc.

De acuerdo a su función se los puede clasificar en bosques nativos de preservación, protección y producción.

Los bosques artificiales son plantados por el hombre con la finalidad de no dañar a los bosques nativos y crear una fuente de recursos explotable y renovable para el ser humano. En la formación de estos bosques interviene la Selvicultura, que se encarga de hacer un estudio y selección de las mejores especies para el manejo forestal, tratándolas genéticamente para resaltar sus cualidades de forma y estructura, además de darle un menor tiempo de reproducción.

En Latinoamérica debido a las condiciones climáticas, los bosques de Pino radiata (insigne o de Monterrey) y Eucalipto son los mas apetecidos por la industria, gracias a las características de cada uno.

El Pino radiata<sup>1</sup>, es un árbol de madera suave (Softwood) debido a su gran contenido de fibras largas, y es utilizado para la producción de celulosa, tableros, papel diario, chapas, madera para aserraderos y leña Fig.1.1



Figura 1.1 Pino insigne. (*Pinus radiata*)

El eucalipto pertenece a las familias de los robles y coigües, siendo de fácil adaptabilidad al introducirlo en un clima templado. De este árbol se obtiene madera dura (Hardwood), debido a su gran contenido de fibras cortas, es útil para la producción de celulosa especial confinada a la elaboración de papeles finos, muebles de hogar y oficina y hermosos enchapados. Asimismo y en la industria

---

<sup>1</sup> Los principales aprovechamientos de la madera se detallan en el anexo 1.1

químico-farmacéutica sus hojas son utilizadas para infusiones, jarabes y confitería  
Fig.1.2

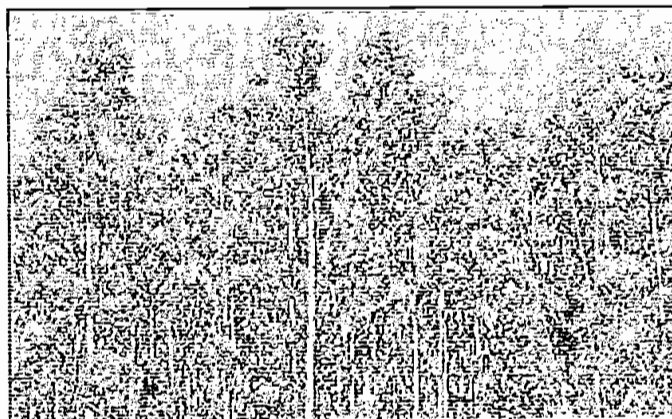


Figura 1.2 Eucalipto. (*Eucalyptus Globulus*)

Cuando el árbol se encuentra ya maduro o tiene una edad de 20 a 25 años para los tratados genéticamente y 60 años para los no tratados genéticamente, se los tala y transporta a una industria o aserradero en forma de troncos, donde serán procesados de acuerdo a sus características.

Las propiedades mecánicas de la madera como densidad, resistencia a la compresión, flexión, impacto a tensiones, durabilidad y humedad son atribuidas a su compleja estructura.

### 1.1.2 LA CELULOSA

La celulosa es una fibra vegetal que proviene un 90% de la madera y un 10% de otras plantas como: pasto, bambúes, bagazo, algodones, linos entre otros.

Para obtener la celulosa es necesario llevar a cabo un proceso de separación de este elemento, de otros componentes que conforman la madera, como son: hemicelulosa, moléculas de glucosa y lignina (que confiere la propiedad de consistencia y rigidez a la madera).

Dependiendo del tipo de proceso llevado a cabo, la celulosa se puede clasificar en celulosa mecánica o celulosa química.

En el proceso mecánico la madera es molida y triturada mecánicamente, hasta obtener la pulpa, para seguidamente ser procesada a altas presiones y

Mediante la adición de oxígeno en modernas plantas de deslignificación, o pasando por varias etapas de blanqueo que utilizan sustancias químicas, se completa el proceso ya iniciado en la etapa anterior de eliminación de lignina. Obteniéndose la celulosa blanqueada Fig.1.5, con un nivel de blancura contemplado dentro de las normas ISO.

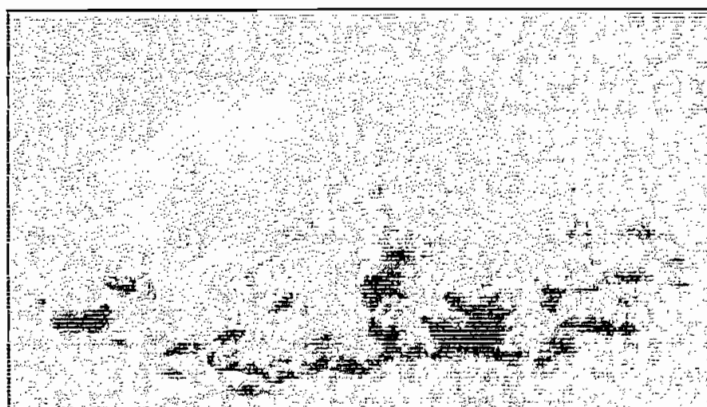


Figura 1.5 Celulosa blanqueada o química

Por último, se saca el agua contenida en la pulpa por medios varios rodillos de presión, y se le da forma de lámina en los fourdrinier, para luego ser secada y embalada para su transportación ya sea en forma de pliegos o bobinas de papel.

Existen varios tipos de celulosa que se diferencian por la materia prima de la que provienen o por el tipo de tratamiento recibido en su producción, entre las más comunes se tiene tabla 1.1:

Pulpas comunes	Características
Pulpa celulosa mecánica deshidratada:	Se obtiene a partir de la madera molida refinada sumado a un proceso de deshidratación. Es una pulpa fuerte utilizada para la fabricación de papel diario, guías de teléfono y volantes.
Pulpa celulosa Kraft blanqueada deshidratada:	Es una pulpa de tipo Kraft, blanqueada y deshidratada. Se caracteriza por ser refinada y es utilizada para la fabricación de papeles de escritura imprenta, papeles tissue y finos.
Pulpa celulosa Kraft cruda deshidratada:	Es una pulpa de tipo Kraft, deshidratada. Se caracteriza por tener altos niveles de lignina, utilizada para la fabricación de cartulinas, cartones, sacos de papel y papel para envolver.
Pulpa Fluff:	Pulpa obtenida a partir de un proceso químico, mecánico o de la combinación química/mecánica, generalmente blanqueada, usada como medio absorbente en pañales desechables y toallas femeninas.

Tabla 1.1 Celulosas más comunes



### 1.1.3 EL PAPEL

El papel es una hoja flexible y resistente, básicamente formada por una red de fibras de celulosa entrecruzadas. A continuación se describe su proceso de elaboración<sup>2</sup>.

Inicialmente, dependiendo del papel y su calidad se escoge el tipo de fibras a utilizar, que puede ser: virgen, reciclada o la combinación de ambas. Luego, en proporciones definidas se la deposita en un pulper junto con agua, formando una pasta acuosa consistente, que es colocada sobre telas móviles donde se entrecruzan las fibras y se saca el agua, a medida que la tela avanza, hasta llegar a obtener una película de fibras de celulosa entrecruzada que constituye la hoja del papel.

En caso de requerir un papel con acabado especial, la hoja pasa por el proceso de estucado, que consiste en la aplicación de una fina capa de pintura por una o ambas caras, dejando lisa y pareja la superficie con un cierto brillo y tersura.

El peso o gramaje puede ser corregido aumentando la densidad de la pasta o tal vez juntando dos o tres hojas con almidón, antes de ser prensadas, estrujadas y secadas por cilindros calientes para el efecto. Finalmente, es cortada en pliegos o enrollada en bobinas para su transportación.

La bobina es un papel continuo de longitud y ancho definido. Se puede asimilar con la idea de un rollo de papel higiénico común, aumentando de 100 a 200 veces sus dimensiones Fig.1.6. En el cual la longitud es el largo del papel desenrollado y el ancho es la distancia entre los planos paralelos que determinan el cilindro. Imprescindiblemente para que la bobina de papel adquiera su forma debe venir envuelta o enrollada en tubos espirálicos, más conocidos como caños o conos que sirven también para presentar cartulinas, alfombras, mangas plásticas, telas y otros productos que se expenden en rollos.

---

<sup>2</sup> Un esquema detallado de una máquina elaboradora de papel se encuentra en el anexo 1.2

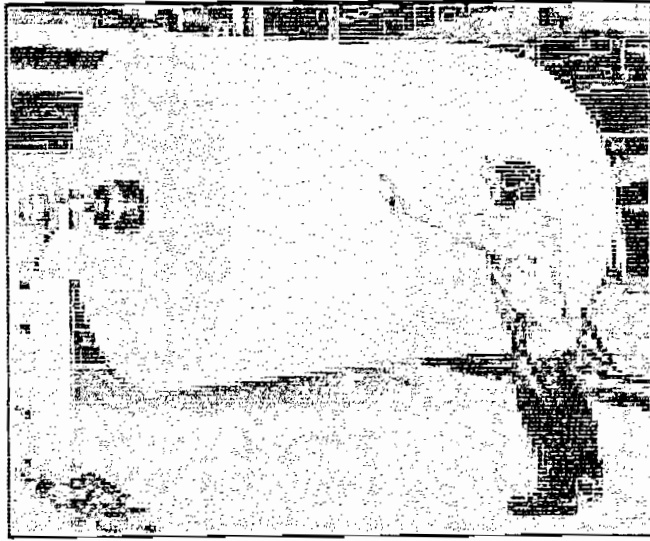


Figura 1.6. Roillo de papel. (Bobina)

Para su comercialización es necesario definir ciertos criterios que sirven para especificar las características del papel.

**Rigidez.** Depende de las fibras que forman el papel, ya que es mayor mientras más largas son.

**Resistencia.** Considerada como una propiedad mecánica del papel dividiéndose a su vez en: resistencia al rasgado, resistencia superficial y resistencia a la absorción del agua.

**Estabilidad adimensional.** Esta referida a la conservación de las dimensiones originales al variar las condiciones climáticas.

**Gramaje.** Indica el peso en gramos por metro cuadrado del papel.

**Presentación.** Concerniente al tipo de acabado que tendrá el papel se puede considerar la blancura el brillo y la tersura que le da el estucado.

**Grado.** Es el nivel de degradación que sufren los productos fabricados de papel al ser reciclados y se lo designa con números que van desde el 1 al 51.

Existen diversos tipos de papel<sup>3</sup>, entre los más comunes se tiene.

<sup>3</sup> En el anexo 1.3 se encuentra un detalle de la clasificación de los papeles de acuerdo a su tipo de utilización.

papel tissue	Proveniente de todo tipo de celulosa con fibras cortas, debido a esto su textura es especial. Utilizado en papeles sanitarios, tissue envoltorio, tissue encerado entre otros.
--------------	--

Tabla 1.2 Tipos de papeles más comunes

## 1.2 CONFORMACIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO

El cartón de papel corrugado se lo puede definir como una estructura formada por la unión de un papel ondulado, también conocido en el medio de la fabricación de cartón como "flauta" o "papel onda"; con un papel liso, también conocido como "liner" o "tapa" Fig.1.7.



Tipo de Papel	Característica Principal.
Papel bristol blanqueado	Proveniente de la celulosa Kraft blanqueada. Entre los papeles de impresión es el más pesado, producido en blanco y a colores. Utilizado en tarjetas de visita, postales, etiquetas y archivadores.
Papel calandreado	Proveniente de la celulosa Kraft blanqueada deshidratada. Tratado en su superficie para obtener un brillo adecuado. Utilizado para la impresión de publicaciones.
Papel estucado	Proveniente de cualquier tipo de celulosa, tratado con una capa de barniz, obteniéndose una gran variedad de pesos y calidades. Utilizado generalmente en revistas.
Papel tissue	Proveniente de todo tipo de celulosa con fibras cortas, debido a esto su textura es especial. Utilizado en papeles sanitarios, tissue envoltorio, tissue encerado entre otros.

Tabla 1.2 Tipos de papeles más comunes

## 1.2 CONFORMACIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO

El cartón de papel corrugado se lo puede definir como una estructura formada por la unión de un papel ondulado, también conocido en el medio de la fabricación de cartón como "flauta" o "papel onda"; con un papel liso, también conocido como "liner" o "tapa" Fig.1.7.

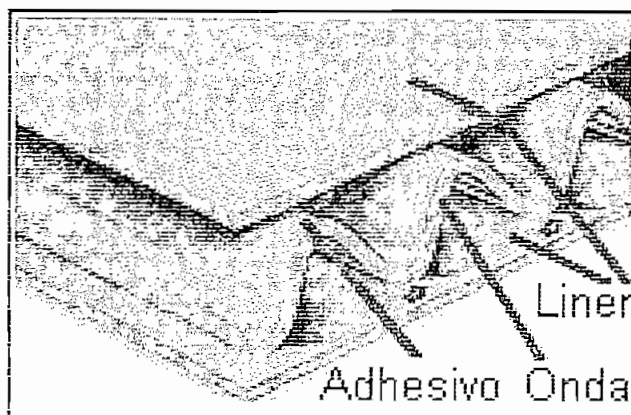


Figura 1.7 Cartón corrugado simple.

### 1.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS

#### 1.2.1.1 Papel onda o flauta

Es la forma ondulada (o corrugada), se toma como referencia geométrica a una perturbación que se propaga en un medio a manera de eses. De acuerdo con la amplitud de la onda, se tienen varios tipos de corrugado:

**Onda tipo A:** Considerada como alta, con una altura aproximada de 4.75mm  
Fig.1.8.

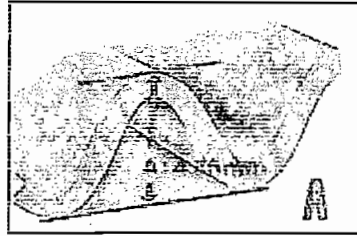


Figura 1.8. Onda tipo A

**Onda tipo B:** Considerada como baja, con una altura aproximada de 2.46mm  
Fig.1.9.

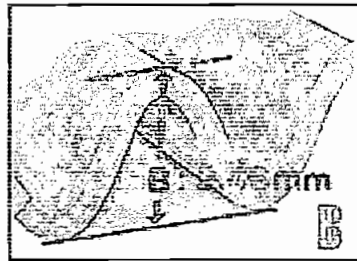


Figura 1.9 Onda tipo B

**Onda tipo C:** Considerada como de altura normal, aproximadamente de 3.53mm.  
Fig.1.10.

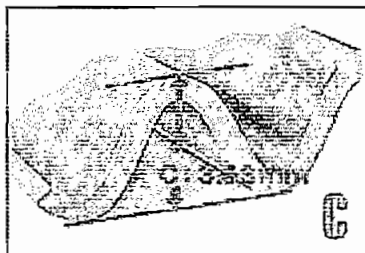


Figura 1.10. Onda tipo C

**Onda tipo E:** Considerada como Microcorrugado por tener una altura menor a la onda tipo B.

Los papeles con un gramaje de 90 a 195 g/m<sup>2</sup> son comúnmente utilizados para la fabricación de papel tipo onda, entre los más comunes tenemos:

**Onda Semiquímica.** Proveniente de la pulpa tratada semiquímicamente (mecánica/química) y se caracteriza por tener mejores propiedades físico químicas.

**Onda Corriente.** Se caracteriza por su pulpa, ya que proviene solo de papel reciclado

### 1.2.1.2 Papel Liner

Es la capa lisa o plana de papel adherido a la flauta para formar el cartón corrugado Fig. 1.6.

Los papeles más utilizados para liner tienen un gramaje de 126 a 440 g/m<sup>2</sup>, destacándose los siguientes:

**Papel Liner Blanco.** Proveniente de la pulpa de celulosa Kraft deshidratada, se caracteriza por tener un tratamiento superficial con celulosa blanca en una de sus caras que le da este color para una mejor presentación de impresión.

**Papel Liner Blanco Moteado.** Igual que la anterior pero su tratamiento superficial con celulosa blanca es de menor intensidad, obteniéndose un acabado blanco, pero no totalmente definido.

**Papel Test Liner.** La característica principal de este producto es que está hecho de fibra mecánica proveniente del reciclado de papeles ya utilizados.

**Kraft Liner.** Se caracteriza por tener una mayor resistencia mecánica debido a su gran contenido de fibra virgen y baja de fibra reciclada.

**White Top Liner.** Igual que el anterior pero posee una capa de celulosa blanqueada.

**Test Liner.** Constituido por una mayor cantidad de fibras recicladas que el Kraft liner, de superficie irregular, perfecto cuando no se requiere impresiones de calidad.

Por otro lado, se distinguen varios elementos necesarios para la mejor comprensión, manipulación, medición, fabricación y comercialización del cartón:

### 1.2.1.3 Adhesivo

Compuesto fundamentalmente de agua más almidón, de diferentes plantas como: maíz, trigo, papa. También se utiliza el silicato de sodio, pero se encuentra problemas porque salpica mucho de los rodillos cuando se incrementa la velocidad en el proceso de corrugado.

## 1.2.2 TIPOS DE CARTÓN CORRUGADO

Cartón corrugado sencillo (Single Face, monotapa o media onda)

Es una estructura flexible formada por un papel ondulado pegado sobre un liner  
Fig.1.11.

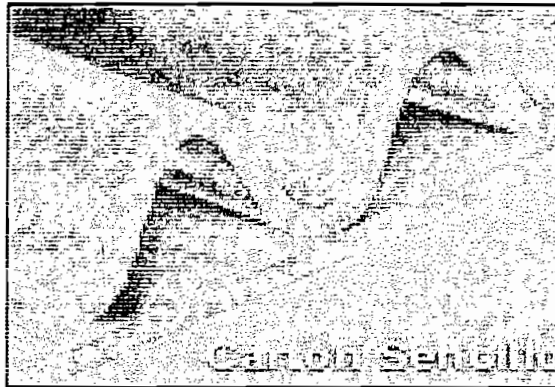


Figura 1.11 Cartón single face.

**Cartón corrugado simple (Single Wall)**

Es una estructura rígida formada por un papel ondulado pegado en ambos lados a las tapas.

**Cartón corrugado doble pared (Double Wall)**

Es una estructura rígida formada por tres liners y dos papeles onda pegados entre cada liner Fig.1.12.

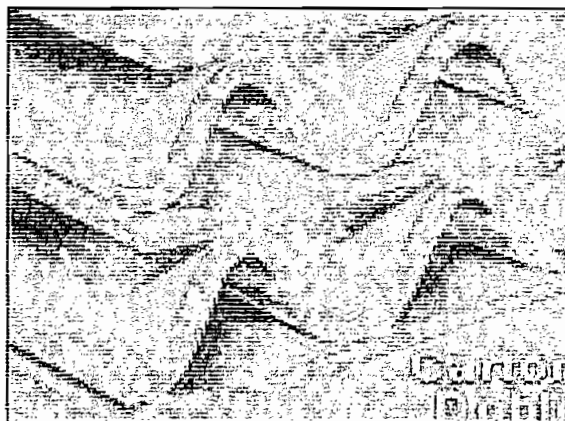


Figura 1. 12 Cartón doble.

**Cartón corrugado de triple pared (Cartón triple)**

Es una estructura rígida formada por dos liners exteriores, dos liners interiores y tres papeles ondulados intercalados entre todos los liners.

**Cartón corrugado ceresinado**

Cartón corrugado con recubrimiento exterior de cera o parafina sólida sobre una o ambas superficies.

**Cartón corrugado impregnado**

Es un cartón cuya onda, liner o ambos, han sido impregnados con aditivos u otras sustancias para mejorar su resistencia a la humedad.

**Cartón blanqueado**

Se lo denomina así a cualquier tipo de cartón compuesto el 100% de fibra blanqueada.

**Cartón blanqueado para embalaje**

Este tipo de cartón debe contener aproximadamente un 85% de pulpa química blanqueada virgen.

**Cartón reciclado**

Este tipo de cartón es fabricado utilizando 100% de pulpa de materiales usados, como papeles, periódicos, cartones.

**1.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARTÓN CORRUGADO**

Una sola máquina es la encargada de realizar completamente todo el proceso de elaboración del cartón corrugado, controlando para ello variables físicas como: temperatura, humedad, presión y velocidad angular.

De acuerdo con el tipo de cartón producido, la complejidad de la máquina se ira incrementando, empezando por la que fabrica el cartón sencillo hasta la que elabora cartón triple. Por tanto, para comprender de mejor manera el proceso, se analizara la más sencilla Fig.1.13, dividiéndolo en 7 etapas.

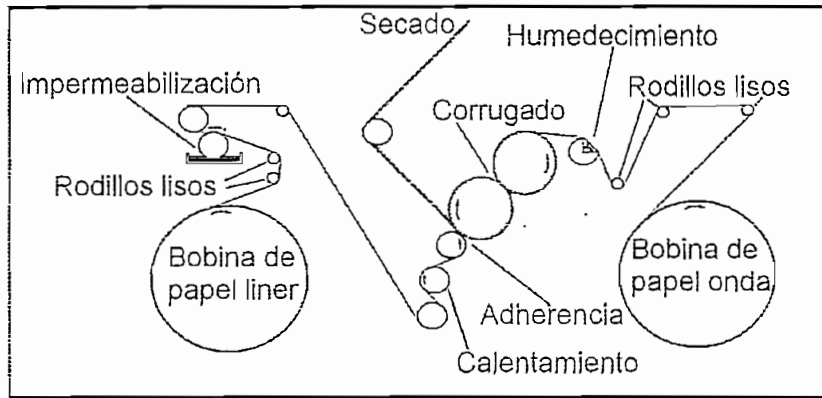


Figura 1.13 Esquema lateral de la corrugadora para cartón single face

Primera etapa	Introducción del papel
Segunda etapa	Impermeabilización
Tercera etapa	Calentamiento y humedecimiento del papel
Cuarta etapa	Corrugado
Quinta etapa	Engomado
Sexta etapa	Adherencia
Séptima etapa	Secado

Cabe resaltar que la máquina corrugadora de cartón sencillo es movida por un solo motor principal, el cual transfiere el movimiento de su eje a través de un moto-reductor y servomecanismos a varios rodillos cuyo sentido de giro definen la entrada de papel y la salida de cartón. A su vez este motor es controlado por un convertidor de frecuencia que define la velocidad de producción de la máquina.

### Introducción del papel

De acuerdo con la definición de cartón single face, a la máquina ingresa: el papel proveniente de dos bobinas por separado.

Tanto el papel destinado a ser liner, como el destinado para ser onda, deben pasar por rodillos lisos Fig. 1.13 de movimiento libre, paralelos, ubicados uno a continuación de otro que ayuden a temprarlos y eliminar arrugas. Además, estos rodillos sirven para dirigir el ingreso del papel.



## Impermeabilización

Únicamente la bobina del papel liner debe pasar por esta etapa antes de ingresar a la máquina, añadiéndole una fina capa de goma a la cara que quedara exterior al cartón, para darle características impermeabilizantes al producto final. Esto se consigue al hacer pasar el papel entre dos rodillos de movimiento libre, dispuestos horizontalmente uno sobre el otro como lo indica la figura siguiente Fig.1.14. El rodillo inferior tiene contacto directo con la bandeja llena de goma y con la cara que será impermeabilizada. Junto al rodillo superior se encuentra una escobilla dispuesta paralelamente a este y entre los cuales pasará el papel para quitar el exceso de goma.

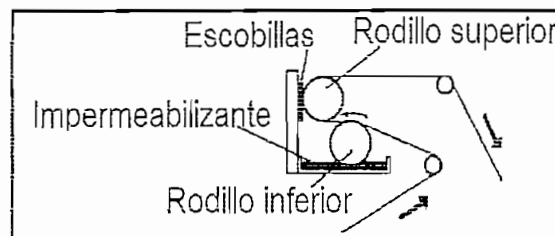


Figura 1.14 Impermeabilización de una cara del papel

## Calentamiento y humedecimiento del papel

El papel destinado ha ser onda, pasa envolviendo un cilindro metálico fijo en el cual, un cuadrante ha sido remplazado por una serie de llaves de vapor, dispuestas longitudinalmente, cuyo objetivo es humedecer al papel Fig. 1.13.

El papel destinado ha ser liner, bordea un cilindro metálico de movimiento libre el mismo que es calentado en su interior con vapor, cuyo efecto es calentar al papel y al mismo tiempo templarlo eliminando las arrugas, para que después se dirija a rodear el rodillo de presión Fig. 1.13.

## Corrugado

Existen dos rodillos dentados, llamados rodillo corrugador superior y rodillo corrugador inferior acoplado mecánicamente de tal forma que giren en sentido contrario y se puedan controlar por el motor principal.

El papel que va ha ser onda envuelve al rodillo corrugador superior, para luego pasar entre ambos rodillos, que se encuentran íntimamente unidos por dientes entrelazados como se muestra en la figura a continuación Fig.1.15, generando de

esta manera la forma de onda. Al salir de los dientes entrelazados por los dos rodillos, la onda sigue adherida a la superficie del inferior por medio de las uñas de sujeción que lo mantendrán así, bordeándolo hasta encontrarse con el liner.

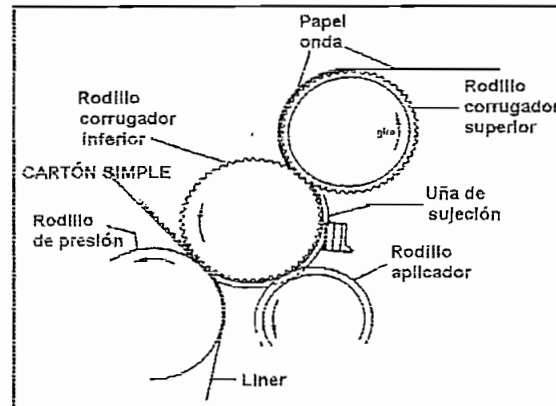


Figura 1.15. Sección transversal el área del rodillo corrugador de una single facer.

## Engomado

El rodillo aplicador se encarga de tomar la goma de la bandeja del adhesivo y aplicarla a las crestas de la onda. Este rodillo es movido por el motor principal y su velocidad debe ser controlada, ya que un exceso de la misma haría que la goma no se adhiriera de la manera adecuada a las crestas del papel. Los excesos de goma tomados por el rodillo aplicador, son eliminados por el rodillo y el diente limpiador Fig.1.16.

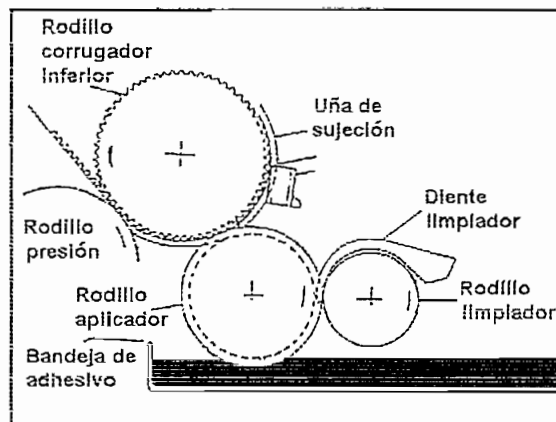


Figura 1.16. Elementos de engomado de la single facer.

## **Adherencia**

En esta etapa, se unen la onda que viene bordeando el rodillo corrugador inferior y el liner que rodea al rodillo de presión, que a su vez es movido por el motor principal, obteniéndose de esta forma el cartón single fase Fig. 1.16.

## **Secado**

En esta última etapa se utilizan sistemas de acarreamiento de bandas transportadoras abordado en las subsiguientes secciones. Utilizando el método de secado por convección con el ambiente.

## **1.4 PROCESO DE CONVERSIÓN**

El proceso de conversión está relacionado con la transformación de la lámina de cartón corrugado y con la rentabilidad por cada lámina terminada, determinando un eficiente uso del cartón producido y la disminución de los desperdicios.

Al proceso de conversión se lo puede dividir en varias partes que necesariamente no tienen que coexistir todas en una fábrica, sino, son independientes una de otra, en función del producto final. Por ejemplo, si se requieren laminas con dimensiones determinadas de cartón o papel, basta utilizar la parte de corte y rasgado, si se necesitan cajas de cartón corrugado, además del corte y rasgado, se debe pasar por el troquelado, y si se precisa una caja más elaborada, se puede incluir el proceso de impresión, en cuyo caso no necesariamente el material debe ser cartón corrugado, puede ser cartulina estucada.

### **1.4.1.1 Corte**

El proceso de corte es dedicado a reducir las bobinas de papel o cartón continuo en planchas de menor tamaño. Para esto se dispone de diferentes mecanismos, los mismos que son diseñados considerando factores como: materia prima, tipo de corte, velocidad, precisión y mantenimiento.

La materia prima, es un factor importante ya que dependiendo de su contextura las cuchillas realizarán un mayor o menor esfuerzo, provocando un mayor desgaste y consecuentemente la pérdida de calibración.

Existen varios tipos de cortes, destacándose los siguientes: cortes longitudinales y transversales, definidos a continuación:

Cortes transversales, son aquellos que se realizan en forma paralela a la onda de cartón, tajando a lo ancho, del un lado al otro.

Cortes longitudinales, se denominan así a los cortes perpendiculares a la onda, recortando longitudinalmente, reduciendo el ancho a varios tamaños.

La velocidad de los cortes implica obtener mayor número de planchas o láminas en menor tiempo dando como resultado una mayor producción y como consecuencia una mejor rentabilidad por día de trabajo.

La precisión asegura una menor cantidad de pérdidas o desperdicios y por consiguiente, un óptimo uso del material.

El mantenimiento cumple un rol primordial para el correcto funcionamiento de la cuchilla, el uso continuo hace que las hojas cortadoras se desalineen de los cabezales, consecuentemente se origina un mal corte, acrecentándose en el tiempo hasta llegar a su resquebrajamiento o ruptura.

Después de cualquier tipo de corte es necesario tener un buen sistema de apilamiento de los pliegos y poder agrupar las láminas ya cortadas sin tener que recurrir a parar la maquinaria.

Entre los mecanismos más comunes para realizar los cortes transversales se tiene: cortadoras con cizallas y cortadoras con cuchillas rotativas, y para realizar cortes longitudinales se tiene los platos giratorios.

### **Mecanismo de la cizalla**

Consiste en dos cuchillas, una fija y otra móvil, el cartón se apoya sobre la cuchilla inferior mientras que la superior lo comprime y parte, utilizando el principio de la guillotina. El cartón debe estar posicionado e inmóvil en el instante de realizar el corte, para evitar abultamientos contra la hoja móvil. Este mecanismo no es recomendado en un proceso continuo debido a que toma mucho tiempo centrar el cartón y esperar los desplazamientos de la cuchilla, ocasionando un retardo total significativo Fig.1.17.

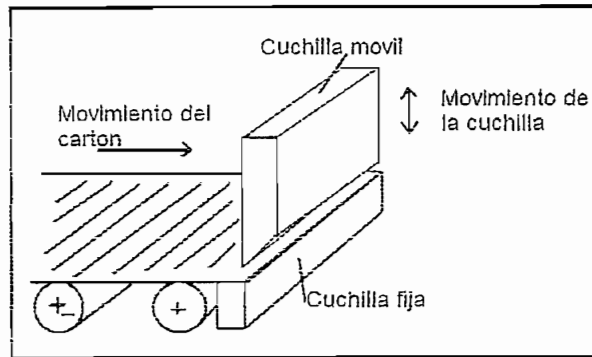


Figura 1.17. Cortadora con cizalla

### *Mecanismo de cuchillas rotativas*

Una cuchilla rotativa consiste en un cilindro metálico giratorio denominado cabezal, en el cual se encuentra incrustada longitudinalmente una hoja cortadora metálica la cual es ajustable para su calibración. A partir de este elemento, se puede construir dos mecanismos cuyo objeto es realizar los cortes transversales como se describe a continuación.

#### Cuchilla rotativa simple

Consiste en dos cuchillas, una rotativa y una fija incrustada en un soporte, como se muestra a continuación Fig. 1.18.

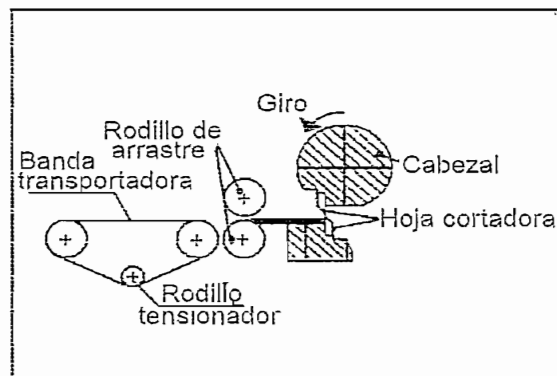


Figura 1.18 Sistema de cuchilla rotativa simple

El eje del cabezal móvil se encuentra acoplado mecánicamente a un motor para controlar la velocidad angular. De este modo se controla el tiempo que demora la cuchilla en dar una revolución y realizar un corte de cierta longitud, acorde con la circulación del cartón. Tomando como punto de partida, cuando la hoja rotativa se encuentra frente a la fija, el cartón debe estar moviéndose continuamente, deslizándose sobre la fija mientras la rotativa da una vuelta completa. El corte se

realiza cuando las hojas cortadoras se vuelven a encontrar, retornando al punto de partida e iniciando un nuevo ciclo. Esto demuestra que el proceso es continuo, descartando la idea de parar por cada corte. La longitud de la lámina estará determinada por la cantidad de cartón que haya circulado entre las cuchillas y el tiempo que demora en dar una vuelta la rotativa.

### Cuchilla rotativa doble

Se requiere dos cuchillas rotativas dispuestas como se indica en la figura 1.19. Para realizar el corte, las hojas ubicadas en los cabezales se calibran de tal manera que al girar no se trastabilen, pero se encuentren a una distancia muy cercana una de otra. El cartón pasa entre los dos cabezales giratorios y el corte se realiza cuando las dos hojas se cruzan, de esta forma se obtiene una circulación continua de cartón arrojándose planchas intermitentemente al sistema de acarreamiento dispuesto para retirarlas (v sección 1.6). Este mecanismo permite un constante movimiento y un mayor número de cortes en un menor tiempo a comparación del descrito en la sección anterior.

Una buena precisión en el corte será el resultado de una correcta calibración de la velocidad de circulación del cartón y de la velocidad angular de los cabezales.

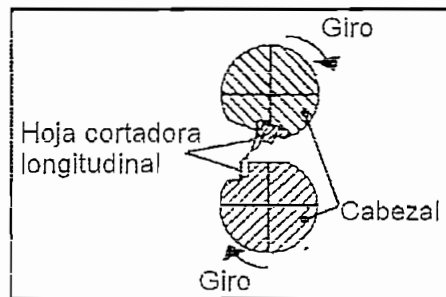


Figura 1.19 Cuchillas rotativas dobles

### *Mecanismo de platos giratorios*

A diferencia de los mecanismos descritos anteriormente, la estructura de la cuchilla rotativa cambia, reemplazando el cabezal cilíndrico por uno circular y las hojas cortadoras longitudinales rectas por circulares, como se muestra en la figura 1.20.

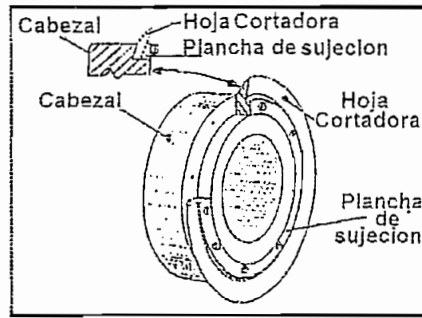


Figura 1.20 Cuchilla circular.

Las hojas se encuentran circularmente abrazando la superficie del cabezal a manera de platos, de aquí el nombre de este mecanismo.

Para poder realizar los cortes longitudinales es necesario disponer de dos cabezales, ubicados uno encima de otro para que la hoja inferior se encuentre hacia adentro de la hoja superior como se muestra en la figura 1.21. Si no se dispone de esta forma, los cabezales miran hacia el mismo lado y empujarán el cartón hacia un costado.

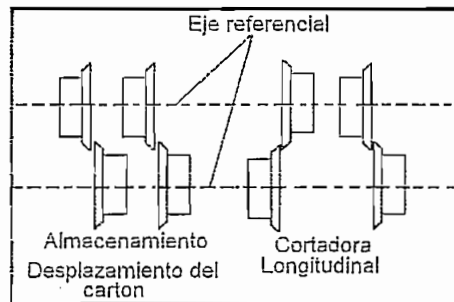


Figura 1.21 Disposición de las cuchillas.

Si las hojas no se encuentran íntimamente unidas se puede aplastar las acanaladuras del cartón perpendicularmente a las ondas, dándole la forma de rayado a los pliegos, necesarios para hacer dobleces a lo largo de una línea recta.

El ancho de la lámina cortada se calibra disponiendo varios pares de platos en un mismo rodillo, distanciando con el filo de las hojas inferiores la dimensión que se requiere cortar, determinando también las ralladuras y obteniendo así varias láminas a la vez Fig. 1.21.

#### **1.4.1.2 Impresión**

Todo empaque corrugado debe ser sólido, atractivo y con un buen diseño funcional, con el fin de proteger al producto y darle una buena presentación para su distribución.

El proceso de impresión requiere de materiales con características apropiadas como papel o cartón estucados según lo tratado en la sección materia prima.

La impresión de la lámina de cartón corrugado puede hacerse de 1 hasta 4 colores, con la posibilidad de incorporar degradación de color y fotografía, en una o ambas caras de la lámina.

El tipo de impresión que se utiliza en el cartón se llama flexografía, ésta se realiza a través de rodillos que giran bajo altas presiones y determinadas temperaturas.

Concretamente, el futuro empaque en forma de lámina, pasa a través de la impresora, que por medio de un proceso flexográfico imprime la(s) cara(s) del material según la especificación del producto a envasar.

Tomando en cuenta que el objeto de este documento esta orientado a los procesos de corrugación y corte, no se dará más detalles acerca de la impresión, por ser un tema suficientemente vasto para crear libros con especificaciones.

#### **1.4.1.3 Troquelado**

El proceso de troquelado consiste en impregnar en las planchas o láminas de cartón las guías de los dobleces que constituirán el empaque y además realizar pequeños cortes con el objeto de eliminar de la plancha el excedente de cartón que no sirve cuando el empaque es armado.

Con este proceso, se da forma a una gran cantidad de productos fabricados de cartón o papel, como por ejemplo: cajas de cartón corrugado, cajas de cartulina estucada, recubrimientos de papel, etc.

Inicialmente se debe diseñar la matriz o molde, para optimizar el espacio de la plancha que se utilizara efectivamente en la caja. Para este diseño se utiliza herramientas computacionales como el AutoCAD o el Mechanical, en el cual hay que considerar un análisis a priori hecho acerca de una perfecta distribución de los elementos dentro del empaque. Se puede mencionar como ejemplo los



cálculos que se realizan para escoger las dimensiones de una caja de cartón que sirve para transportar 6 paquetes de cereal con dimensiones específicas. Tal vez la mejor idea sea colocar dos filas de tres, una sobre la otra, ¿o tal vez juntas? Este diseño debe contemplar la distribución de los productos para disminuir el área del material usado, sin olvidar la holgura y la capacidad respiratoria en el caso de transportar frutas, en cuyo caso el empaque debe llevar pequeños respiraderos.

Una vez que el diseñador gráfico o el jefe de mercadeo obtiene el molde con dimensiones reales, se crea la matriz, formada por un conjunto de cuchillas de distintas dimensiones y alturas, ubicadas en una base de madera, la cual se asentará en una de las planchas metálicas de la troqueladora.

La troqueladora<sup>4</sup> es una maquinaria que funciona como un libro abierto, el cual al cerrarse prensa el objeto ubicado entre sus hojas. Su funcionamiento y constitución tienen mayor complejidad, pero, no se abordará debido a su extensión. La mayoría de cajas de cartón fabricadas tienen estructuras comunes, entre sus partes se puede resaltar: las aletas (gualetas), lengüetas, rayados, paredes, asas o maniguetas Fig. 1.22.



Figura 1.22 Caja de cartón

<sup>4</sup> El gráfico referente a la máquina troqueladora se encuentra en el anexo 1.4

Las lengüetas son extensiones de corte especial, de las cajas que sirven para pegar las paredes o caras de una caja, excepto las tapas y el fondo.

Las gualetas son parte de la caja que se doblan para formar las tapas o el fondo.

El Rayado son los cortes intermitentes, las hendiduras o aplastamientos en donde se harán los dobleces para las lengüetas, gualetas o caras de la caja.

Para obtener su mayor resistencia, la onda de cartón corrugado debe trabajar en forma vertical como se muestra en la figura 1.23.

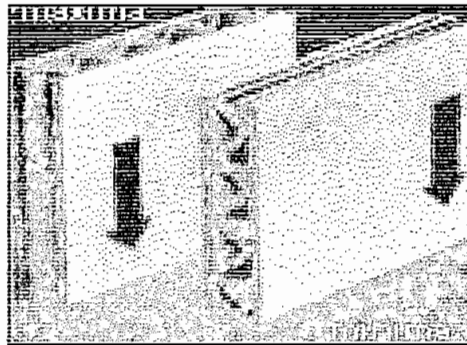


Figura 1.23 Máxima resistencia de cartón.

## 1.5 SISTEMAS DE ACARREAMIENTO Y TRANSPORTE

Técnicamente se conoce que todo proceso de producción involucra movimiento y traslación de objetos, en el proceso objeto de esta tesis, existe siempre la necesidad de manipular al cartón corrugado desde su fabricación, pasando por los cortes hasta llegar a las láminas finales de las cuales se obtendrá la mercancía.

Actualmente existen muchos sistemas de acarreamiento y transporte, pero el objetivo no es abordar todos ellos, sino únicamente los que se utilizan en el proceso real de la fábrica a la cual está guiada esta tesis. Por lo tanto se tiene los tres sistemas de acarreamiento y transporte que a continuación se describen en las secciones siguientes.

### 1.5.1 BANDAS TRANSPORTADORAS

Se basa en bandas constituidas por fibra de algodón, envueltas en al menos un par de ejes paralelos, helicoidales, separados una cierta distancia entre si,

sostenidos por chumaceras; que con su movimiento giratorio provocan que la velocidad tangencial de los ejes, se traslade como velocidad lineal de las bandas.

Se puede controlar el movimiento de ambos ejes o uno de ellos para conseguir la fuerza requerida para la banda. Esto implica que si uno solo de los ejes tiene conexión directa con el promotor del movimiento, solo este se encargará de mover toda la banda y consecuentemente al otro eje. En cambio, al acoplar los dos ejes al promotor del movimiento se obtiene un efecto de doble tracción, para mover la banda y, por consiguiente, mayor fuerza para impulsar lo que esta tenga que transportar.

Por lo general para el acoplamiento de los ejes se utiliza cadenas de transmisión y engranes, los mismos que incluirán también al promotor del movimiento que puede ser la salida de un moto-reductor, muy utilizado en la industria para reducir las altas velocidades de los motores de alterna.

Los moto reductores y cadenas necesitan ser lubricados constantemente, para esto se dispone de aceiteros y de bandejas, que con el movimiento constante de los engranes y cadenas metálicas incorporan el aceite en todas sus partes.

La concepción hasta aquí descrita de bandas transportadoras es simple y es muy utilizado para acarrear el cartón horizontalmente a lo largo de la superficie de la fibra. Pero se establece una problemática cuanto se requiere acarrear el cartón en forma inclinada o vertical, ya que el contacto de la fibra y el cartón se ve disminuido por causa del movimiento y de la inclinación. Ante esto se utiliza un sistema de doble banda Fig. 1.24 que atrapa al cartón por ambos lados, tapas o desde las crestas de la onda, mejorando la sujeción debido a la fricción existente entre ambas caras del cartón y las bandas laterales.

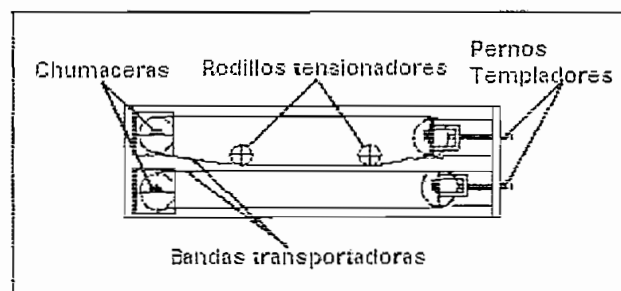


Figura 1.24 Sistema doble banda

Al tener un sistema de doble banda, se introduce una nueva variable que determina la eficiencia del sistema de acarreamiento, esta variable es la separación entre las superficies de las bandas para que el cartón se deslice sin dañar su forma. Esta longitud debe ser controlada mecánicamente dejando reguladores de separación, ya que también se debe contemplar el desgaste del material de las bandas y la amplitud de la onda del cartón.

Como se ha descrito al inicio de este literal, las bandas son envueltas por lo menos entre un par de ejes, identificándose dos aspectos importantes, el primero trata de la instalación y forma de la banda y el segundo de la tensión que esta debe adquirir para halar eficientemente el cartón.

Generalmente una banda se la adquiere no como un lazo cerrado, sino como un rollo de fibra de una longitud determinada. Debido a esto, se hace necesario en la instalación, utilizar algún método de costura o grape para constituir una superficie homogénea, a manera de lazo cerrado, mientras circula alrededor de los ejes y que no provoque abultamientos y consecuentemente mal desempeño del acarreamiento. Especialmente cuando se trata de bandas anchas que se envuelven a lo largo de los ejes ocupando mayor espacio e imposibilitando distribuir varias bandas angostas.

Por otro lado, para conseguir que la banda adquiriera tensión y se deslice correctamente, generalmente se incrementa un tercer eje, paralelo a los otros dos y a las ondas de cartón, provisto de un cilindro giratorio, y móvil en las direcciones que permitan templar la banda Fig. 1.24.

### **1.5.2 SISTEMA DE RODILLOS**

Los rodillos de caucho son básicamente utilizados para los sistemas de arrastre, ya que el caucho por sus propiedades de adherencia y fricción, permiten sujetar muy bien las tapas o lados del cartón y halarlo en función de la distribución mecánica que se disponga.

Este tipo de sistema de arrastre utiliza dos rodillos metálicos cilíndricos recubiertos de una película de caucho, dispuestos uno sobre el otro para que entre ellos se deslice el cartón.

El rodillo superior es sujetado a la estructura metálica mediante chumaceras regulables con tornillos para controlar la distancia de separación y la presión que se ejerce sobre el inferior. El movimiento de este se produce gracias a la fricción con el rodillo inferior o con el cartón.

El rodillo inferior esta bien sujeto a la estructura metálica mediante chumaceras y, además, su eje lleva en uno de los extremos un engrane para permitir el movimiento proveniente de un moto reductor Fig. 1.25.

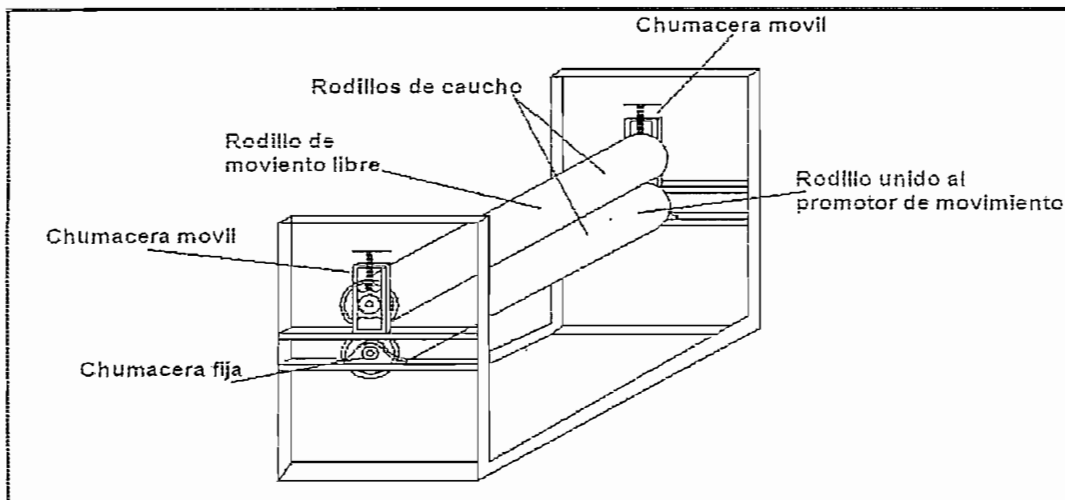


Figura 1.25 Rodillos de arrastre

Con las consideraciones hechas en el párrafo anterior, se determina que en base a la calibración del rodillo superior se aplica una determinada presión sobre el cartón introducido y a su vez sobre el rodillo inferior. Esta presión al mantenerse uniforme sobre toda la superficie en contacto, provoca que el cartón sea halado en forma pareja. Cuando existe un exceso de apriete de alguno de los tornillos y por tanto mayor presión en uno de los extremos del cartón, se obliga a que los rodillos tiren más de este lado y el cartón comience a pasar desalineado. En otras palabras, la uniformidad de la presión entre los rodillos determina la dirección del movimiento del cartón. En vista de esto se debe controlar que la presión ejercida en los extremos de los rodillos sea igual.

## 1.6 PRODUCTO FINAL

Actualmente un gran porcentaje de los artículos que consumimos habitualmente, están contenidos en envases de cartón.

Factores varios como: envasado, almacenamiento y distribución, se suman a la función de marketing, que cada vez toma mayor importancia, según la reciente teoría de que el producto debe venderse por sí solo.

En la comercialización de los empaques, se establece una normalización para describir los diferentes tipos de empaques, entre las más comunes se menciona las siguientes:

### **Caja de cartón corrugado**

Embalaje rígido formado por una o más planchas de cartón corrugado, unidas o solamente cortadas, para permitir los dobleces que formarán las caras. Tiene la función de unificar los productos contenidos en ella.

### **Caja Standard o normal**

Se utiliza cartón simple, con onda tipo C, fabricada de papel test liner reciclado, con un tratamiento especial de encolado, capaz de soportar mejor la humedad y el apilamiento, además de facilitar la impresión. Tiene gran utilidad para transportar productos auto-soportables como tarros de conservas, bolsas de papas fritas y con hojas separadoras: tarros o botellas.

### **Caja die cutter**

A diferencia de la caja Standard, el diseño de esta, es más elaborado y contempla un mayor número de cortes y dobleces, haciendo la matriz para el troquelado más compleja. El cartón utilizado es variable pero responde mejor ante la humedad, temperatura y mal trato en el transporte y apilamiento, que la caja normal.

### **Caja de Cartón con ventana**

Envase con una abertura troquelada, usualmente cubierta por una película transparente, que permite la visibilidad parcial del contenido.

### **Cajas de armado sin goma (self assembled)**

También denominadas de ensamblado seguro, son unidas con sus propias lengüetas sin utilizar goma o grapas, Muy empleadas para transportar pizzas.

## 1.7 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Caiañado.-** Término relacionado con el acabado del papel, éste pasa por varios cilindros de ejes paralelos con separación regulable, para reducir el espesor la hoja y recubrir de sustancias protectoras a este.

**Caracaza.-** Estructura exterior que cubre los equipos electrónicos de los malos tratos y las interferencias.

**Coigües.-** Bosque de especie nativa.

**DIP.-** "Dual Input Pin "

**Drives.-** Conocido también como controladores de frecuencia o variadores de velocidad

**EEPROM.-** "Electrical Erasable Programmable ROM".

**Embalaje.-** Comúnmente, se utiliza esta denominación para referirse a la cubierta donde se resguardan objetos a ser transportados entre puntos distantes. Se debe diferenciar del concepto de empaque, el cual se refiere a los materiales que forman la envoltura de los paquetes.

**Espesor (Calibre).-** Es la medida entre las tapas externas de una plancha de cartón. Se expresa en milímetros.

**Fn.-** Frecuencia nominal.

**Flexografía.-** Técnica de Impresión de imágenes directa sobre el material, mediante rodillos con matrices fotográficas a altas presiones y diferentes temperaturas.

**Fourdrinier.-** Mesas formadoras de láminas de papel.

**Half-duplex.-** Relacionado con la comunicación entre dispositivos, Mientras uno transmite el otro recibe.

**IGBT.-** "Insolated Gate Bipolar Transistor"

**Jack.-** Conector tipo embra.

**Kraft.-** El término "kraft" es comúnmente intercambiable con "sulfato" y se deriva de una palabra alemana que significa "fuerte".

**MCU.-** Movimiento Circular Uniforme.

**Moto-reductor.-** sistema mecánico de transmisión que reduce la velocidad y aumenta el torque.

**Plancha (hoja madre).-** Es una lámina de cartón corrugado plano, con dimensiones específicas. El ancho se mide siempre paralelo a la onda.

**PLC.-** Control Lógico Programable.

**Pulper.-** Cuba de gran tamaño, utilizado para la mezcla de diferentes elementos en la producción de papel

**RAM.-** "Random Acces Memory"

**RMOS.-** Memoria tipo MOS para lectura.

**Simatic.-** Siemens Automation.

**Simolink.-** Siemens Motion Link.

**Simovert.-** Siemens Motor Inverter.

**SPWM.-** Técnica de modulación por ancho de pulso senoidal.

**Broadcast.-** Modo de transmisión para todos los esclavos, se caracteriza por no esperar respuesta, de los convertidores.

**Bandera.-** Indicador del estado.

**Marca especial (SM30 SM130).-** Banderas utilizadas para la configuración del interfaz de comunicación del PLC S7-200-216, SM30 para el pódico 0 y SM130 para el pódico 1.

**Screen.-** Definida para el OP3 como imagen.

**Screen Entry.-** Entrada de imagen.



## CAPÍTULO 2

# OPERACIÓN, CONTROL Y EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

---

## INTRODUCCIÓN

Al realizar una vista panorámica del presente capítulo, se encuentra:

La información concerniente a la operación de la línea de producción de cartón corrugado "single face" dividida en las máquinas que la constituyen.

Seguidamente se describe los elementos necesarios para establecer el tipo de control a implementar en el presente proyecto, precisando los puntos a ser automatizados.

Por último, se menciona ciertas características importantes de los equipos electrónicos disponibles que hacen factible la ejecución de los objetivos planteados para este proyecto.

### 2.1 OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La línea de producción de cartón de la fábrica MICROEMPAQUES, consta de dos máquinas: Corrugadora y cortadora, gobernadas por equipos electrónicos, que deben ser identificados antes de la ejecución del proyecto, así como sus recursos de funcionamiento y sus características para efectuar el control. (Refiérase al Anexo 5 "A.5")

La máquina corrugadora depende especialmente de un motor principal, que es controlado por un primer variador desde el cual se configura su velocidad. El cartón corrugado saliente pasa por un sistema de doble banda transportadora que lo lleva por encima de la máquina para el proceso de secado, controlando la velocidad de las bandas desde un segundo variador, conectado a un motor de menor potencia que el primero. Fig. 2.1.

El cartón es elaborado en forma continua, guiándolo hasta los rodillos de arrastre incorporados en la máquina cortadora, en los cuales se debe vigilar la orientación

que toma el cartón y además la velocidad con la que se lo tira. Para esto se utiliza un tercer variador destacándose que hasta este punto, se deben sincronizar especialmente las velocidades del primer, con el tercer motor, para el correcto funcionamiento de la línea.

Después de pasar entre los rodillos de arrastre, el cartón sigue por el mecanismo de corte de dos cuchillas rotativas, que también es controlada su velocidad con un cuarto variador, de aquí se desprenden planchas con longitud determinada las cuales son retiradas con un sistema de banda transportadora simple, hasta el operador para ser apiladas, controlando la velocidad de salida de las láminas desde un quinto variador. Opcionalmente, las planchas pueden ser reducidas a láminas de menor tamaño cortándolas longitudinalmente por el sistema de platos giratorios de velocidad fija.

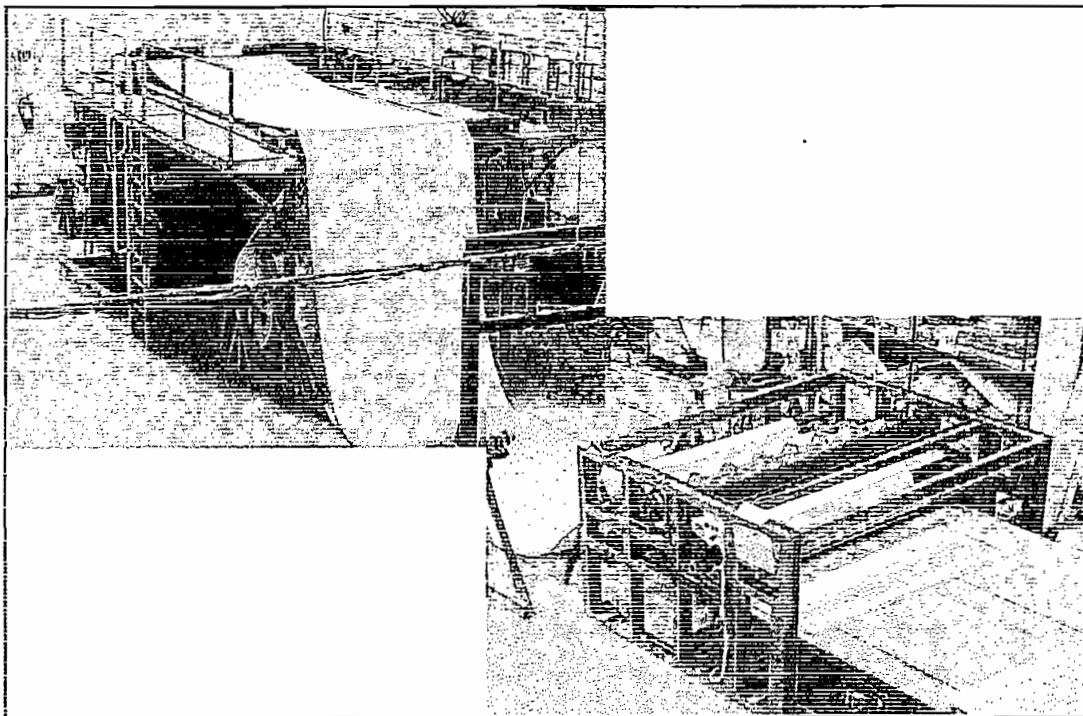


Figura 2.1 Vista de las máquinas corrugadora y cortadora<sup>5</sup>.

Inicialmente la línea de producción de cartón trabaja en forma manual, con cierta distribución y conexiones de los equipos que permiten su control por parte del operador desde interruptores y potenciómetros.

---

<sup>5</sup> En el anexo 2.1 se encuentra un esquema de la línea de producción.

Para el control manual de las dos máquinas se dispone de 5 convertidores de frecuencia también conocidos como: drives, variadores o controladores de velocidad, accionamientos de AC; con los que se define independientemente la velocidad de los motores que las constituyen, un PLC SIMATIC S7-200-216, interruptores y potenciómetros desde los cuales se emite las órdenes y consignas a cada convertidor.

### 2.1.1 OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CORRUGADORA

La máquina corrugadora es controlada desde una botonera que dispone de 5 pulsadores, dos interruptores y un potenciómetro con los que se da órdenes a dos variadores, como se aprecia en la Fig. 2.2.

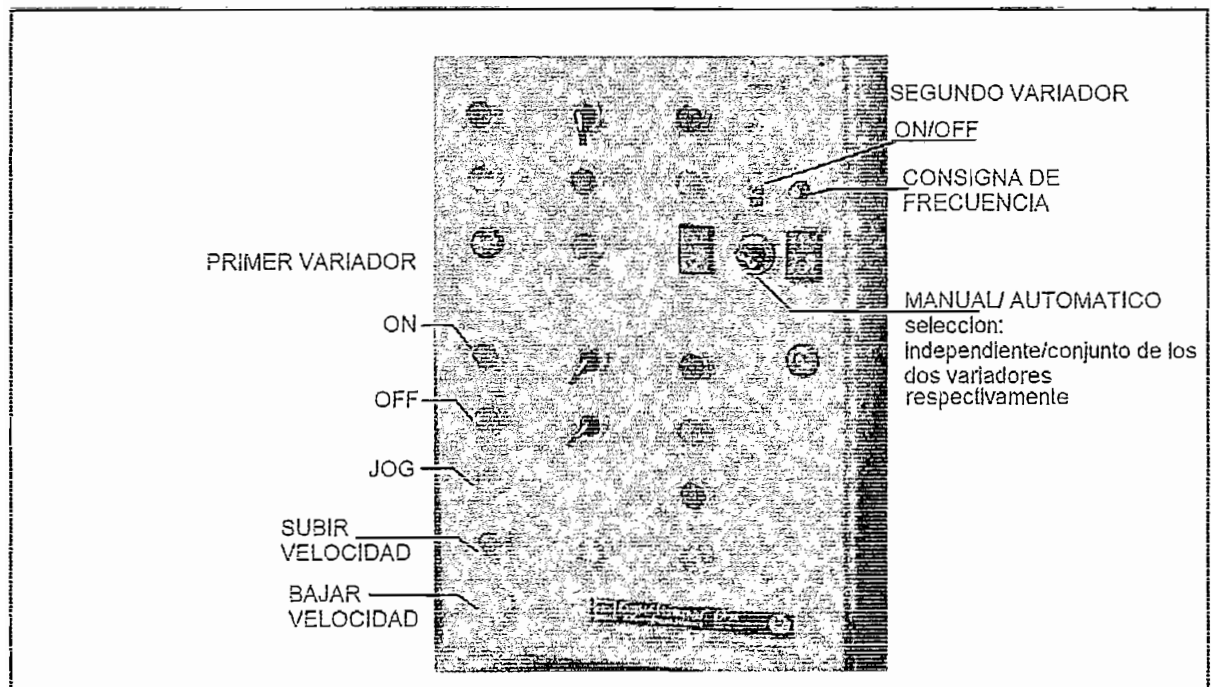


Figura 2.2 Botonera de la máquina corrugadora

Los pulsadores controlan al primer variador, y con el resto de dispositivos al segundo. Las conexiones permiten seleccionar el funcionamiento independiente o en conjunto de los variadores.

Cuando funcionan independientemente, el operador de forma manual debe arrancar las máquinas por separado y seguidamente sincronizar las velocidades de producción de cartón de la corrugadora con la velocidad de transporte. Por otro

lado, cuando funcionan en conjunto, el operador controla la velocidad de producción de cartón y consecuentemente cambia la de la banda.

El primer variador es un MidiMaster Vector, controla a un motor Fig. 2.3.a) acoplado aun moto-reductor Fig. 2.3.b) que mueve toda la máquina corrugadora. Se utiliza 5 entradas digitales para introducir las órdenes: "ON", "OFF", "JOG", subir velocidad, bajar velocidad, desde pulsadores accesibles al operador. Una salida digital para encender al segundo variador, más una salida analógica para enviarle la consigna de frecuencia.

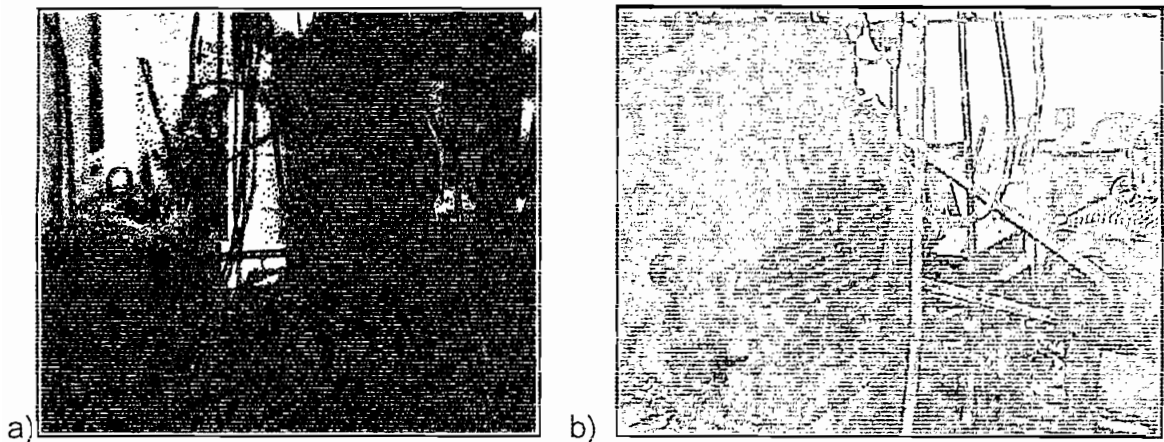


Figura 2.3 a) Motor controlado por MidiMaster, b) Moto-reductor

La velocidad mínima del motor que controla los rodillos corrugadores, guarda relación con el proceso, que a velocidades muy bajas (88.5 rpm's 3Hz), pasa a mojar el papel entrante y provoca su ruptura, por tanto un buen nivel es 8.33% (141 rpm's 5 Hz) de la parametrizada como velocidad nominal.

La velocidad máxima está determinada por la calidad de adherencia entre la onda y el liner, que mientras más rápido crucen entre los rodillos corrugadores, menor es el tiempo dedicado a su pegadura. También influyen en este límite de velocidad los acoples mecánicos, que desencajan a velocidades elevadas (aproximadamente a 1180 rpm's 40 Hz).

El segundo variador es un MasterDrive VC V3.2, se lo utiliza para controlar al motor de la figura 2.4 cuyo eje esta acoplado a un moto-reductor y este a su vez con los rodillos por medio de piñones y cadenas, que mueve al sistema de doble (Fig. 2.5.a) y simple banda transportadora (Fig. 2.5.b) y guía (retira) el cartón a la salida de la máquina corrugadora, mientras es secado y llevado a la confección

de bobinas o a la cortadora. Se recurre a tres entradas digitales: una para seleccionar la fuente de encendido/apagado, otro para dar la orden "ON"/"OFF" desde el MidiMaster y una última para el "ON"/"OFF" manual desde un interruptor accesible al operador. Dos entradas analógicas para ingresar la consigna de frecuencia desde el MidiMaster o desde un potenciómetro maniobrable.

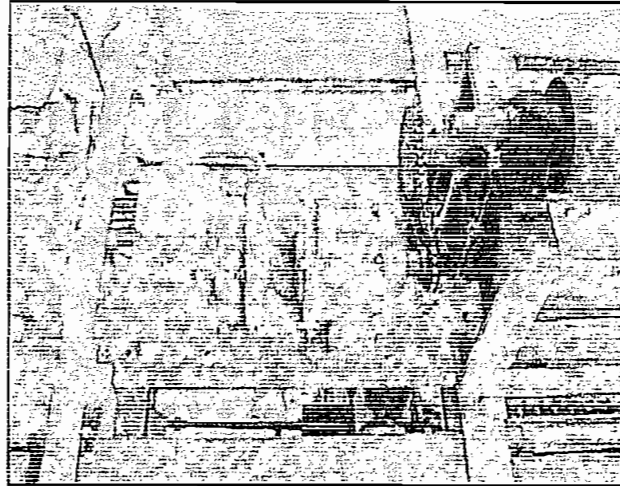


Figura 2.4 Motor controlado por MasterDrive que mueve las bandas transportadoras

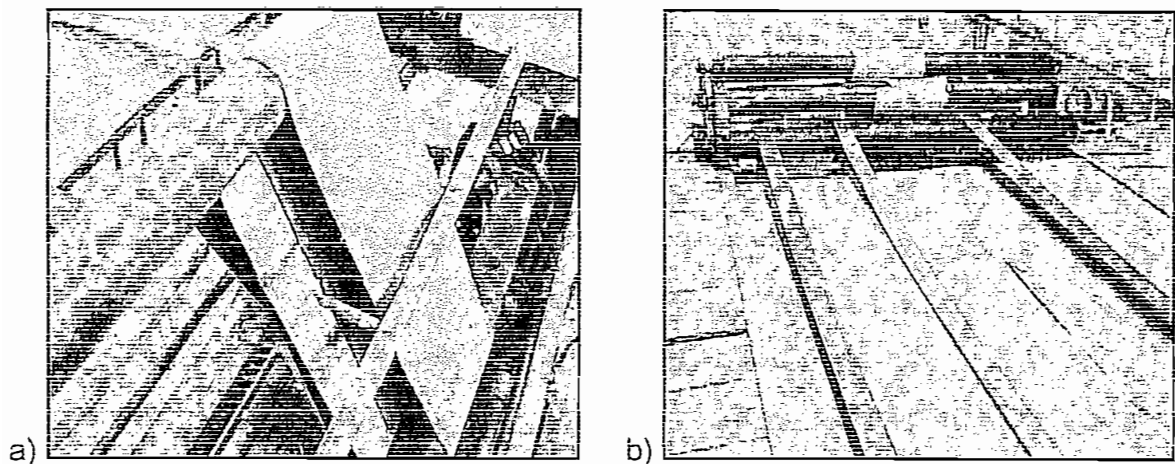


Figura 2.5 Sistemas de bandas transportadoras: a) Doble, b) Simple

De esta descripción se puede notar que: en el funcionamiento de la corrugadora, el MidiMaster es capaz de dar órdenes de operación al MasterDrive, con el fin de proporcionar al operador la facilidad de manipular los dos convertidores al mismo tiempo, sincronizando la velocidad de la corrugadora con la velocidad de las bandas transportadoras en su salida.

El rango de velocidad lineal de la banda transportadora que saca el cartón de la máquina corrugadora, es determinado por el rango de velocidad lineal de los rodillos corrugadores, pues, debe ser mayor (mínimo un 50% más) para prevenir la acumulación de material al salir de entre los rodillos y para que avance a llevarlo por encima de la máquina.

El efecto de fricción que se produce al rozar la banda contra las caras del cartón no es significativo y no provocan deformaciones en su estructura, siempre y cuando el material escogido para la banda no sea demasiado rígido. En la fábrica se utiliza fajas de poliéster sintético de filamento cosido.

### 2.1.2 OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CORTADORA

La máquina cortadora es controlada desde una botonera que dispone de tres interruptores y tres potenciómetros con los que se da órdenes a tres variadores como se muestra en la figura 2.6.

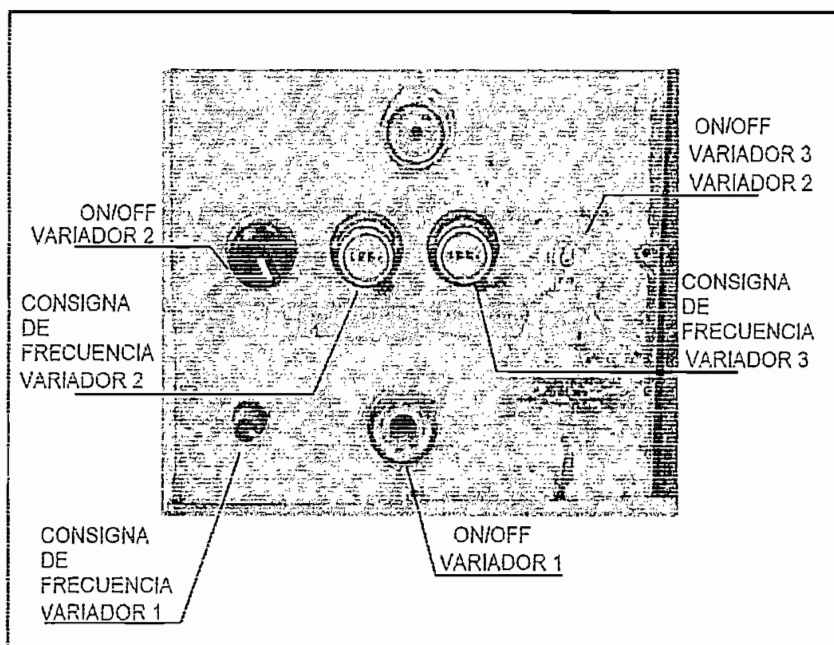


Figura 2.6 Botonera máquina cortadora

A cada variador se le asigna un interruptor y un potenciómetro para dar las órdenes de "ON"/"OFF" y consigna de frecuencia respectivamente. Como se describe a continuación:

El tercer variador mencionado en la línea de producción es un MicroMaster 420 "MM420", controla al motor de la figura 2.7.a) cuyo eje sostiene un piñón y una

cadena que transmite el movimiento a los rodillos de caucho de arrastre (Fig. 2.7.b). Se utiliza una entrada digital para introducir la orden de "ON"/"OFF" desde un interruptor accesible al operador y una entrada analógica para ingresar la consigna de frecuencia desde un potenciómetro.

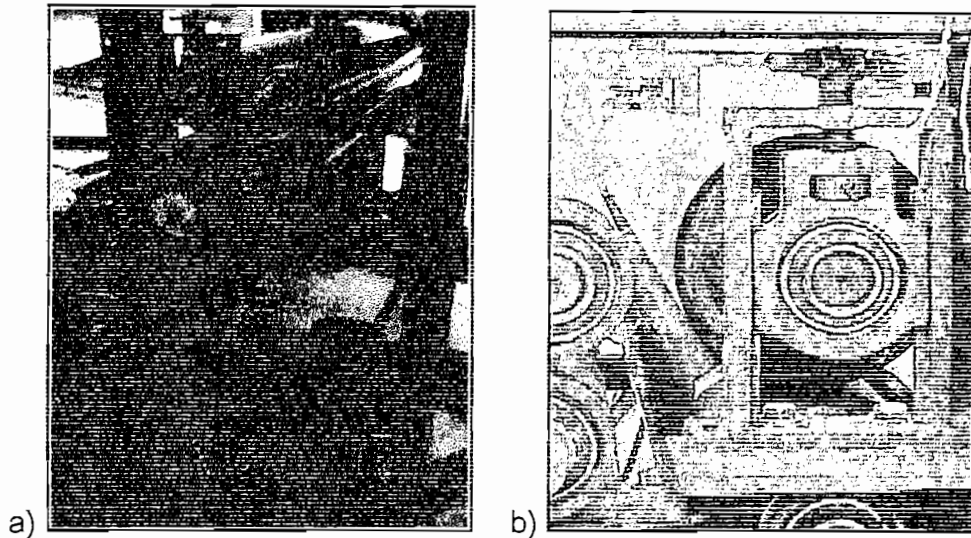
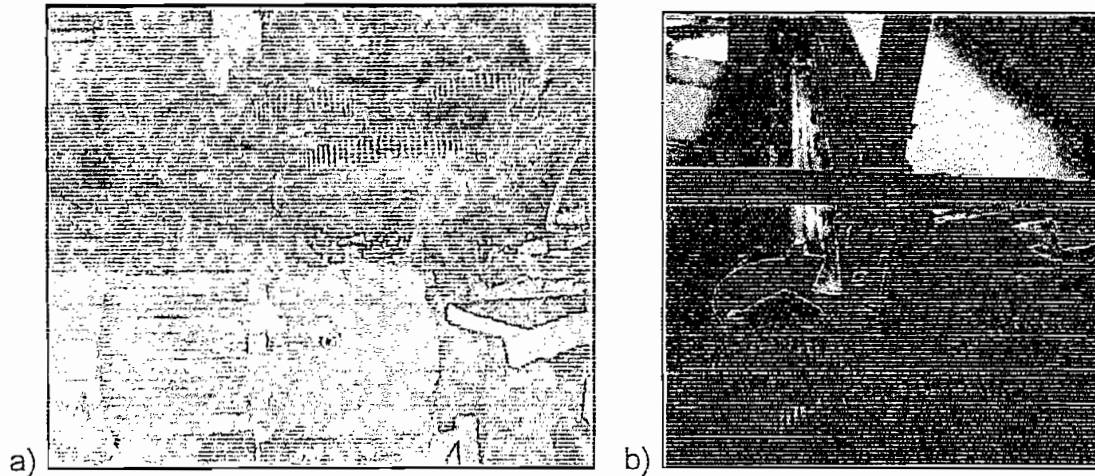


Figura 2.7 a) Motor controlado por MM420, b) Rodillos de caucho

La frecuencia mínima del motor que controla el rodillo de arrastre, guarda relación con el proceso, pues si es muy baja (3Hz), 5% con respecto de la parametrizada como nominal (60Hz), probablemente de fallo por sobre corriente y apague el dispositivo cuando tiene demasiada carga.

La frecuencia máxima está determinada por los acoples mecánicos como cadenas y piñones, los cuales desde la nominal (60Hz) del motor hacen vibrar la máquina y salpicar aceite en todas las direcciones.

El cuarto variador mencionado en la línea de producción es un MicroMaster 420 "MM420", controla al motor de la figura 2.8.a) que mueve un sistema de engranes acoplados al eje del rodillo de las cuchillas rotativas (Fig. 2.8.b). Se utiliza los mismos recursos constructivos que en el convertidor anterior.



**Figura 2.8 a) Motor controlado por MM420, b) Cuchilla rotativa**

Generalmente se hace correr el rodillo de arrastre hasta ingresar el material a cortar, luego se manda a correr la cuchilla, por supuesto mientras el material sigue entrando. De las planchas que van saliendo se toma la medida longitudinal, determinándose así, si se sube o baja la velocidad de la cuchilla, para aproximarse a la que entregue la longitud deseada. Otra variante, consiste en basarse en la experiencia del operador y empíricamente seleccionar un nivel en el potenciómetro de la cuchilla, para fijar la velocidad de producción de láminas. Ingresar el cartón y mientras se corta variar el nivel en el potenciómetro de los rodillos de arrastre, hasta encontrar la longitud deseada para las planchas.

Según esta descripción se deduce la problemática de encontrar dentro del rango que permiten los potenciómetros, el nivel de consigna de los drives, que haga funcionar a cada motor a una velocidad tal, que los cortes tengan una determinada longitud y que la velocidad de salida de las planchas sea suficiente para que un operador las pueda recoger, sin caer en atascamientos.

La frecuencia mínima del motor que controla el rodillo de la cuchilla, está determinada por la resistencia del material a cortar, siendo distinta en papel (10Hz equivalente en 16.667 % de la  $F_n$ ), cartón reciclado (12.5Hz equivalente en 20.834 % de la  $F_n$ ) y cartón virgen (14Hz equivalente en 23.334% de la  $F_n$ ).

La frecuencia máxima es determinada por los acoples mecánicos y por la capacidad de recolección de láminas del operador. Convirtiéndose en una referencia del nivel de producción de la máquina cortadora.



Si se arranca el motor de la cuchilla a una frecuencia alta ( $> 40\text{Hz}$ ) se obliga a los piñones a vencer la inercia del cabezal, hasta cuando ya se mueve. Durante este proceso se ocasiona un desgaste grave a estos engranes, que pueden llegar con el tiempo a perder los dientes y a patinar. Un buen método para disminuir estos efectos es configurar al variador para que a frecuencias mayores a este límite, proporcionen al motor un arranque suave o una rampa de aceleración, aumentando de este modo el límite superior de velocidad de la cuchilla, el cual dependerá exclusivamente de la rapidez con que el operador retire las láminas cortadas, el mismo se dificulta cuando la longitud de las planchas es grande ( $>80\text{cm}$ ). Generalmente un empleado con aproximadamente 3 meses de experiencia, dedicado al retiro y apilamiento de planchas de cartón ( $<75\text{cm}$ ) puede trabajar eficientemente hasta al 66.66% (40Hz) de la velocidad nominal, que implica retirar aproximadamente: 40 planchas por minuto.

El quinto variador mencionado en la línea de producción es un MicroMaster Vector, sirve para controlar al motor de la figura. 2.9, cuyo eje sostiene a una polea conectada mediante bandas a otras poleas, para mover uno de los ejes de la banda transportadora que saca las planchas de cartón cortadas. Se utiliza una entrada digital para introducir la orden de "ON"/"OFF" desde un interruptor accesible al operador y una entrada analógica para ingresar la consigna de frecuencia desde el potenciómetro.

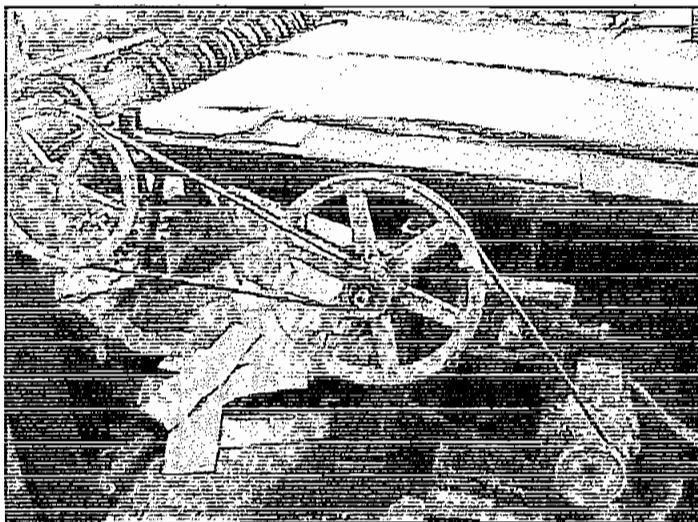


Figura 2.9 Motor controlado por MicroMaster vector

El rango de velocidad lineal de la banda transportadora que saca las planchas, es determinado por el rango de velocidad lineal de los rodillos de arrastre, pues, la misma cantidad de material que ingresa a la máquina, debe salir cortado. Aunque en la práctica, la velocidad lineal de la banda transportadora debe ser un poco mayor (mínimo un 10% más) que la de los rodillos, para prevenir la acumulación de material al inicio de la banda y eliminar la posibilidad de error en la longitud de los cortes.

De la descripción de la operación independiente de las máquinas que conforman la línea de producción, se puede notar que esta lógica no permite un control eficiente de los variadores de velocidad, especialmente enfocando el ingreso de la consigna, que al ser manual desde los potenciómetros (pulsadores en la corrugadora), involucra la participación persistente y ardua del operador el cual debe mantenerse vigilante de la velocidad operación de cada máquina independientemente y requiriendo de paciencia, tiempo y material cuando desea cambiar la longitud de planchas cortadas.

Ante estas dificultades, el proyecto plantea la automatización en la determinación de las velocidades que deben tener los rodillos de la cortadora para una longitud ingresada por el usuario y además la regulación automática de la velocidad de la corrugadora cuando funciona en línea con la cortadora. Para esto se dispone de equipos<sup>6</sup> que permiten implementar lazos de control utilizando eficientemente los recursos que ofrecen.

## **2.2 CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA LÍNEA**

La teoría de Control Automático define un sistema en lazo abierto como una "Colección o conjunto de componentes que interactúan entre sí y cumplen una tarea específica o determinada, donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control, es decir la salida, ni se mide, ni se realimenta". Al relacionar este concepto con el proceso actualmente analizado, las velocidades de cada rodillo dispuesto para el movimiento de las máquinas, representan las salidas de los sistemas de control en lazo abierto, los mismo que están constituidos por: el

---

<sup>6</sup> Descrito más adelante, en este capítulo

convertidor, el motor y los sistemas mecánicos interpuestos hasta los rodillos, que se pueden representar mediante bloques independientes. Fig. 2.10.

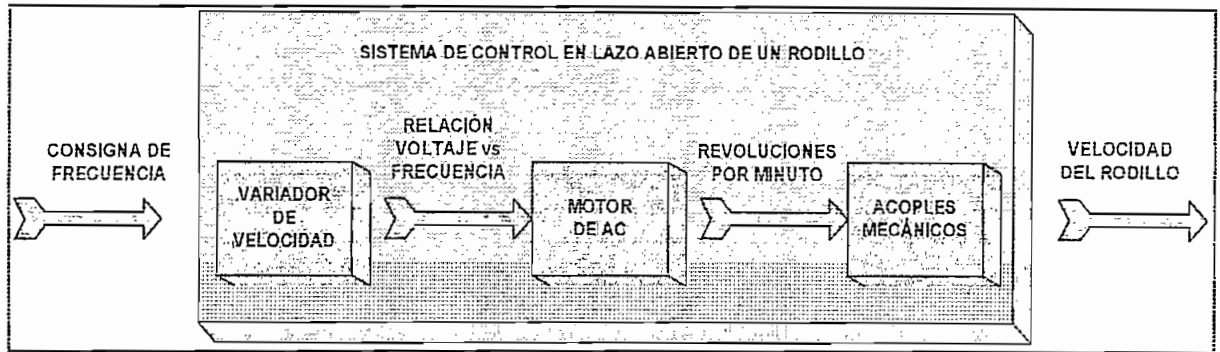


Figura 2.10 Bloques del control del rodillo

Los bloques descritos en el sistema representan la función de cada componente que intervienen en el control de los rodillos, cuya salida responde a las variaciones en su entrada, como se menciona en las líneas subsiguientes:

Al variador de velocidad le ingresa una señal de consigna y según el tipo de control, pone en los bornes del motor un nivel de voltaje y frecuencia. El motor toma esta señal y la traduce en el movimiento de su eje, este a su vez es acoplado mediante un sistema mecánico de transmisión que mueve los rodillos y estos a la carga que manejen.

De cada bloque se puede obtener un modelo matemático de su relación entre las señales de salida y de entrada, asociándolos para obtener un modelo conjunto del sistema de control para cada rodillo, que constituye un proceso analítico, complejo, pues, para la determinación de estas ecuaciones matemáticas se requiere de una asistencia precisa, acerca de la información relacionada con estas expresiones, por parte del fabricante de los dispositivos que representan los bloques. También se consigue determinar estas expresiones utilizando equipos de medición sofisticados y precisos como: osciloscopios, analizadores industriales, entre otros y realizando pruebas en cada dispositivo.

Cualquier método escogido, involucra un análisis detenido, esto conllevaría tiempo y demoraría la ejecución del proyecto que se pretende implementar con esta tesis. Ante esto, una tercera alternativa constituye determinar la relación entre la entrada y la salida del bloque mayor, que conforman los dispositivos

antes mencionados. Midiendo la velocidad de los rodillos, para distintas consigna introducidas. Este método absorbe todas las características de los bloques independientes y proporciona mayor confiabilidad, pues además, se introducen otros factores que se presentan en forma de perturbaciones propias de la aplicación que tiene cada rodillo.

De la misma forma, la teoría de Control Automático define a una perturbación como una "señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida del sistema". Obligando el cambio de la velocidad del rodillo, lo cual constituye un gran problema para el control en lazo abierto, como se verá mas adelante.

Una vez determinado el sistema de control de cada rodillo, se procede a reunirlos para conformar el sistema de control de corte y el sistema de control de sincronización con la velocidad de la corrugadora.

## **2.2.1 PERTURBACIONES PRESENTES EN EL MOVIMIENTO DE LOS RODILLOS**

A continuación se menciona solamente las perturbaciones de gran incidencia en la cuchilla rotativa, en los rodillos de arrastre y en los corrugadores, puesto que para los rodillos de las bandas transportadoras, no son mayormente significativas.

### **2.2.1.1 Perturbaciones en la cuchilla rotativa**

Las perturbaciones generadas durante el movimiento del rodillo (cabezal) que contiene la cuchilla provienen principalmente de los acoples mecánicos y del material a cortar.

#### **Desgaste y mal acoplamiento en los servomecanismos.**

Los piñones al realizar su trabajo siempre sufren un desgaste en el transcurso del tiempo, debido al esfuerzo en los arranques con carga y a la fricción metálica entre estos. Al existir pequeños espacios vacíos en el engranaje, se produce un efecto de salto del rodillo, durante un pequeño instante mientras pasa el vacío. Lo que consecuentemente produce variaciones en su velocidad. En vista de esto se trata de reducir estos desperfectos mecánicos con la ayuda de lubricantes y un buen plan de mantenimiento.

En un moto-reductor también se encuentra un conjunto de piñones que lo convierten en otra posible fuente de perturbación, según lo descrito anteriormente.

### **Desgaste del filo de la cuchilla.**

Toda cuchilla utilizada frecuentemente reduce su capacidad de corte en proporción al desgaste de su filo, especialmente si choca las cuchillas cuando se la hace trabajar sin material de corte (en vacío), provocando un daño presuroso en comparación con su trabajo en condiciones normales (con material o carga).

Es normal el desgaste producido por materiales duros acordes con su capacidad de corte y se evita que el deterioro sea más vertiginoso mientras se mantenga un plan de afilamiento continuo.

Una cuchilla desafilada necesita mayor torque en el instante del corte, de lo contrario, en función de la resistencia del material se reduce la velocidad instantáneamente, aumentando el tiempo requerido en dar una revolución, pues demora en retomar la velocidad después de la perturbación.

Para velocidades bajas la cuchilla puede llegar a detenerse determinando la referencia de velocidad mínima para realizar el corte, que dependerá no solo del filo de la cuchilla si no también de la resistencia del material.

### **La resistencia, dobleces y humedad del material que debe cortar.**

Es otro factor importante que influye en el movimiento de la cuchilla. En el proyecto se considera tres posibles materiales que cortar: papel, cartón reciclado y cartón virgen, la cuchilla realiza menor esfuerzo en el primero que en el segundo y menos aún que en el tercero.<sup>7</sup>

Algunas ocasiones, cuando la presión entre los rodillos de acarreamiento no es uniforme, el material es halado desigual en sus extremos formando olas diagonales a la posición de los rodillos y al pasar entre éstos se aplanan dejando tres capas de material una sobre la otra, lo que se denomina dobleces en el material entrante. La cuchilla al cortar esta sección encuentra una resistencia tres veces mayor que la normal y puede llegar a detenerse.

---

<sup>7</sup> En el capítulo 1 se analiza con mayor detenimiento las características de la materia prima.

Esporádicamente, cuando las máquinas operan en línea y la goma del cartón no ha avanzado a secarse totalmente antes de llegar a la cortadora, las cuchillas disminuyen su capacidad de corte por el adhesivo que se aglutina en sus paredes, y también porque el papel húmedo presenta mayor resistencia al ser cortado.

#### **El ancho del material a cortar.**

Las cuchillas tienen capacidad de cortar material de hasta 2.20 m Fig. 2.11 de ancho, cuando no se respeta estas dimensiones, introduciendo longitudes menores, quedan espacios en vacío, sometidos al choque entre cuchillas, provocando la reducción del filo y descalibrando poco a poco su posición en el cabezal. Además, al no sentir la resistencia del material en toda su longitud, las cuchillas realizan un menor esfuerzo que el normal, con este tipo de material.

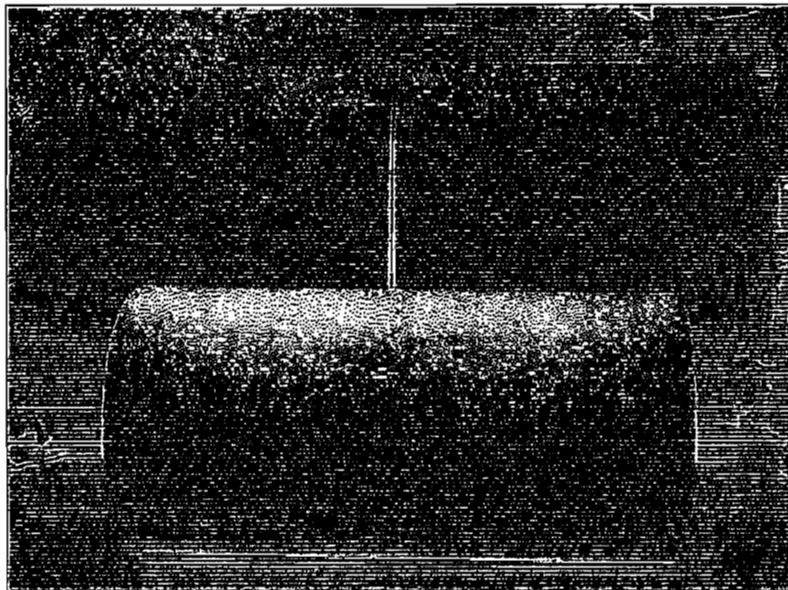


Figura 2. 11 Bobina superior 2.40m cortada en dos de 1.20m bobina inferior 1.60m

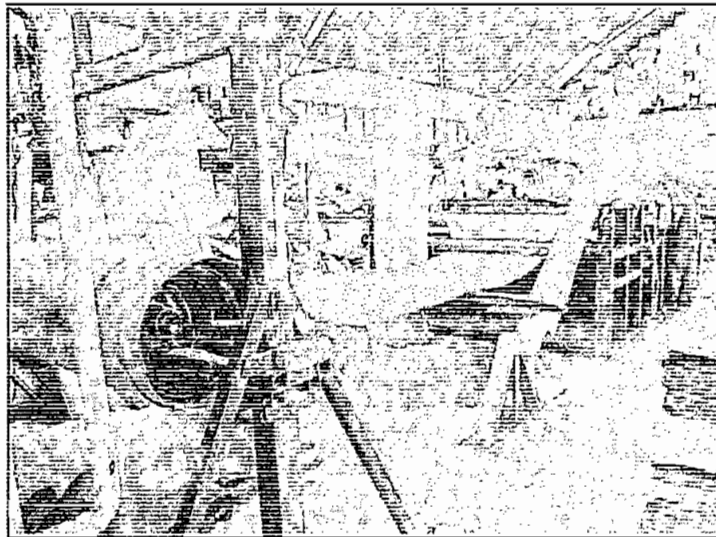
#### **2.2.1.2 Perturbaciones en el rodillo de arrastre**

Las perturbaciones que se presentan durante el movimiento del rodillo de arrastre provienen principalmente de la carga que estos halan y del cuidado y mantenimiento que se les da a todas sus partes mecánicas.

### La carga del rodillo mientras gira.

El material que halan los rodillos de arrastre, puede provenir por lo menos de tres fuentes distintas, que determinan el esfuerzo realizado, para introducirlo hacia la cuchilla.

Cuando proviene de bobinas en tubos espirálicos, sostenidas por chumaceras Fig. 2.12, sobre soportes empotrados en el suelo, los rodillos no requieren de gran torque, ya que las chumaceras les ayudan con el acarreo, a no ser, que la bobina no este bien colocada y tope con las paredes de los soportes, originándose un efecto de fricción el cual frena su movimiento. Se debe tomar en cuenta también que, cuando la bobina es nueva, el esfuerzo del motor para mover los rodillos es mayor que cuando ya está por terminarse. Dando como consecuencia a medida que se consume el material, el torque necesario para halarlo disminuya y la velocidad aumente, constituyéndose en otro factor adverso al acarreamiento.



**Figura 2. 12 Bobina de cartón sostenida por chumaceras que es alada por rodillo de arrastre**

A veces se utiliza rollos de cartón pequeños sin tubo espirálico colocados en el suelo, para alimentar la máquina cortadora, provocando que la fricción de los rollos con el suelo influya en la velocidad de los rodillos de arrastre.

Otra posible fuente de alimentación de cartón, es tomarlo cuando sale de la corrugadora Fig. 2.1, haciendo trabajar las máquinas en línea. Cuando la velocidad lineal de producción de la corrugadora (y no sea acumulado cartón después del secado), es la misma que la de los rodillos de arrastre, el esfuerzo

realizado por estos es mínimo, siempre que el cartón no roce el piso, caso contrario suele acumularse en forma de un serpentin Fig. 2.13, obteniéndose un efecto de fricción con el suelo similar al caso anterior.



Figura 2. 13 Acumuiación del cartón en forma de serpentin

Por lo tanto se puede deducir que el esfuerzo realizado por los rodillos no siempre es igual, siendo menor cuando disminuye la fricción y el peso del material entrante, trasladándose en una variación de la velocidad de acarreamiento.

#### **Exceso de presión entre los rodillos de caucho.**

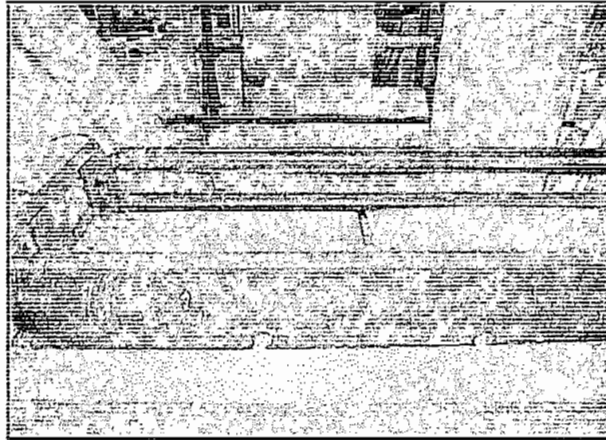
Esta perturbación se presenta por el excesivo apriete de los tornillos de las chumaceras regulables dispuestas para la calibración de la presión que ejerce el rodillo de caucho superior sobre el inferior y produce un remordimiento entre estos, dificultando que giren normalmente y provocando mayor esfuerzo para el motor que los mueve, siendo forzado a reducir su velocidad. Además esta perturbación daña rápidamente el caucho que recubre la superficie de los rodillos, si no es corregida a tiempo.

#### **La goma sobrante en el filo del papel que se pega en el caucho.**

En muchas ocasiones, especialmente cuando empieza a funcionar la corrugadora, el liner y la onda no salen correctamente ensamblados dejando una parte del papel onda (y del liner) sin la tapa y con la goma en sus crestas. Si hasta llegar a la cortadora, no se seca bien, esta goma ensucia a los rodillos de caucho, que luego de un tiempo sin limpieza, muestra acumulaciones de adhesivo rígido



en su superficie Fig. 2.14, imposibilitando de esta forma que la presión entre los rodillos y el cartón entrante sea uniforme. Esto provoca que en posteriores operaciones de la cortadora, el material se desalinee y disminuya la capacidad de acarreo del caucho, tomándose resbaloso.



**Figura 2.14 Reciduo de goma presente en el extremo izquierdo del rodillo de caucho**

Esta perturbación no se debe a la carga de los rodillos de arrastre pero se produce en el acarreamiento y afecta al desempeño de la cortadora.

Si la banda transportadora que saca las planchas de material, no tiene una velocidad capaz de retirarlas en función de la rapidez de su ingreso por los rodillos de caucho, puede provocar acumulaciones mientras la cuchilla da la vuelta. Estas acumulaciones son fatales, pues impiden el paso correcto del material y la pérdida de planchas correctamente cortadas.

### **2.2.1.3 Perturbaciones en el rodillo corrugador**

En la máquina corrugadora se destaca la perturbación proveniente de la carga que manejan los rodillos corrugadores, por influir en el proyecto a implementar y que se describe a continuación:

#### **La carga de los rodillos mientras gira.**

Cuando las bobinas de papel que alimentan la máquina corrugadora son nuevas Fig. 2.15, el esfuerzo que realiza el motor principal para mover los rodillos es mayor, que cuando ya están por terminarse. Esto se traduce en un aumento minúsculo y paulatino de la velocidad de estos rodillos.

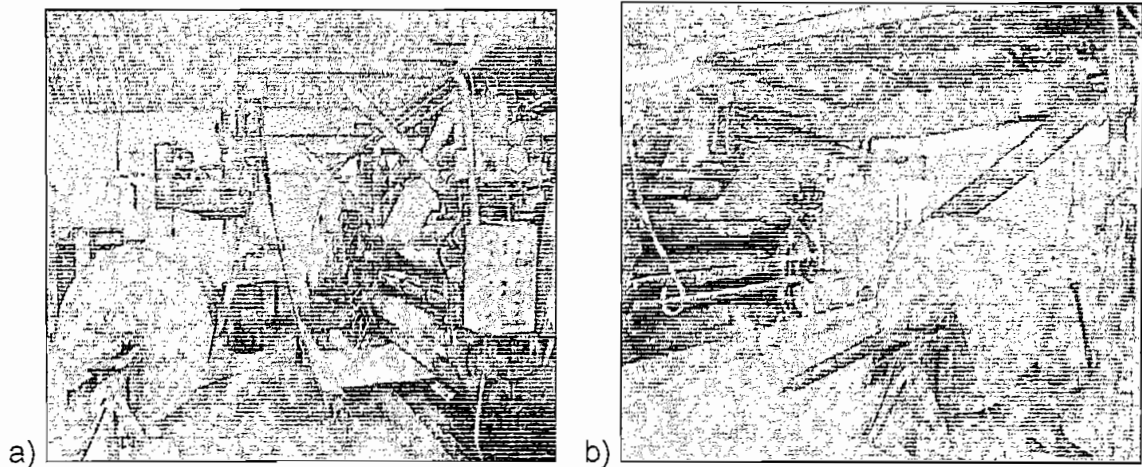


Figura 2. 15 Bobinas de papel que tira el rodillo corrugador a) Bobina liner b) Bonina onda

## 2.2.2 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONSIGNA INGRESADA AL VARIADOR Y LA VELOCIDAD REAL DE LOS RODILLOS

Para determinar cual es la relación entre la consigna de frecuencia y la velocidad real de los rodillos se realizaron varias pruebas, para en base a los datos, obtener una ecuación que directamente relacione estas variables.

Existe otra forma de encontrar fácilmente esta relación y consiste en: calcular el producto de la pendiente de la relación  $V/f$  del convertidor por la relación del motor-reductor y por la relación del número de dientes de los engranes, pero resulta muy improbable este método pues no considera el desgaste y juego de los piñones, y las perturbaciones, por lo que no se la utiliza en este proyecto.

### 2.2.2.1.1 Pruebas realizadas para determinar la relación: *Velocidad del rodillo vs. Consigna de frecuencia.*

Las pruebas realizadas consisten en medir el tiempo que demora un rodillo en dar una vuelta completa, tras ingresar un nivel específico de consigna de frecuencia al convertidor que lo controla.

Fácilmente se podría utilizar un cronómetro y ayudarse con una señal pintada sobre los rodillos, para que al girar, cada vez que pase la marca por un sitio específico, se registre el tiempo que demoró en dar la vuelta. Este es un método bastante erróneo pues depende mucho de la velocidad de respuesta de la persona encargada de la medición.

Otra forma consiste en mediante un sensor inductivo de proximidad, se detecta una pequeña marca metálica que gira con el rodillo. La señal digital proporcionada por el sensor es llevada hasta el PLC, el cual, con un programa activa temporizadores por cada flanco positivo que detecta en la entrada asignada al sensor. El valor del temporizador se registra por cada vuelta un cierto número de veces para luego realizar otras mediciones. Este método proporciona mayor confiabilidad y permite fácilmente tomar varias medidas continuas, disminuyendo la posibilidad de equivocación, pues ya no depende de la mano del hombre.

El programa desarrollado para la medición, se encarga de: cargar una consigna de frecuencia y arrancar los correspondientes variadores de los rodillos de arrastre, cuchilla y transporte, contar 7 vueltas y apagarlo. En vista de que los motores en el arranque tienen que sacar tanto a la cuchilla como al arrastre de su inercia, se discriminan las tres primeras vueltas, empezando con la medición del tiempo a partir de la cuarta vuelta, hasta la séptima. Con lo cual se obtienen cuatro tiempos para una misma frecuencia.

De los datos<sup>8</sup> se realizan gráficas utilizando Microsoft Excel, se aproxima asignándoles una línea de tendencia o regresión y se presenta la ecuación por cada regresión.

A continuación, se presentan los datos y resultados correspondientes a las mediciones realizadas: la primera para el rodillo de arrastre, pues realiza el mismo esfuerzo para halar papel o cartón y tres más para la cuchilla, ya que depende del material que corta (papel, cartón reciclado y cartón virgen).

Cabe resaltar que las pruebas son realizadas durante la operación normal de las máquinas, e incluyen las perturbaciones que normalmente se presentan en estos sistemas.

---

<sup>8</sup> Los datos ingresados en Microsoft Excel se enlistan en el anexo 2.2.

Graficas de la prueba realizada al rodillo de arrastre.

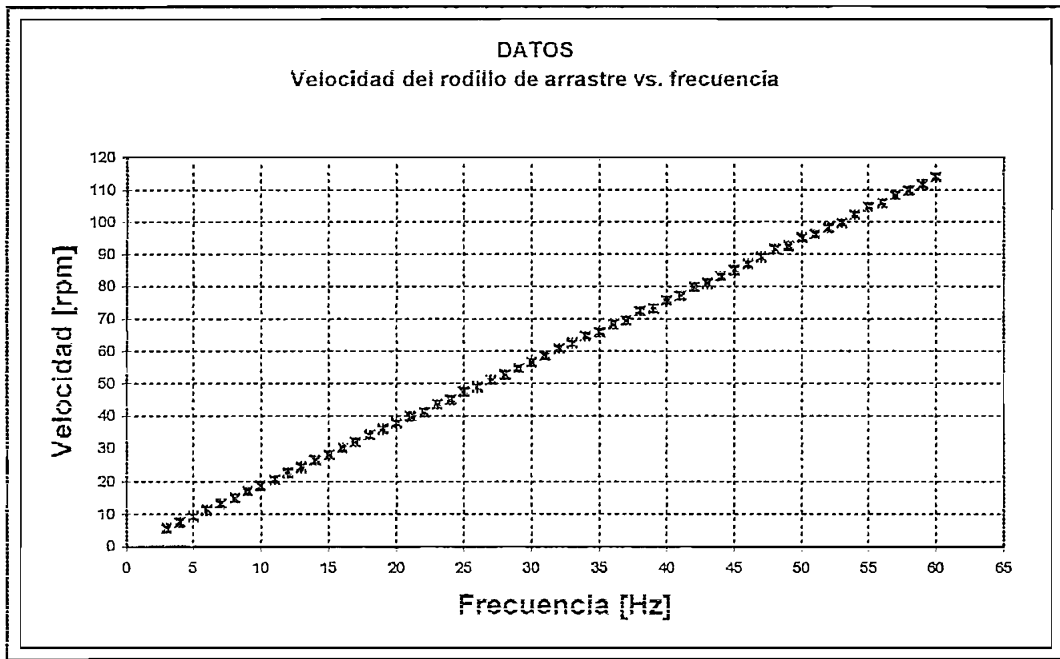


Figura 2.16 Datos muestreados para el rodillo de arrastre

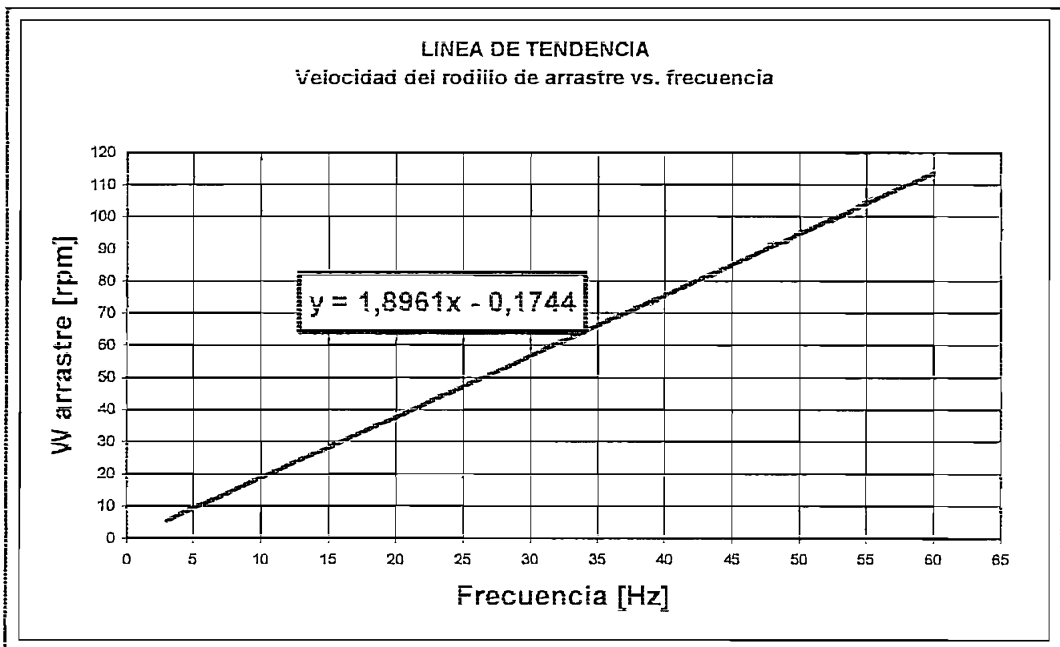


Figura 2.17 Línea de tendencia para el rodillo de arrastre

## Graficas de las pruebas realizadas a la cuchilla

Papel:

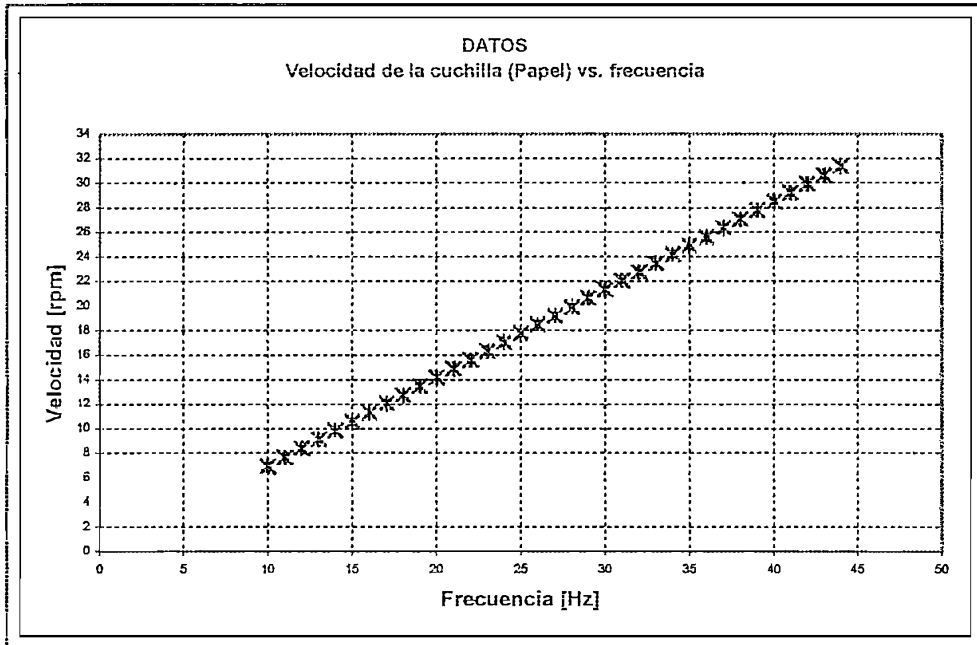


Figura 2.18 Datos muestreados para la cuchilla cuando corta papel

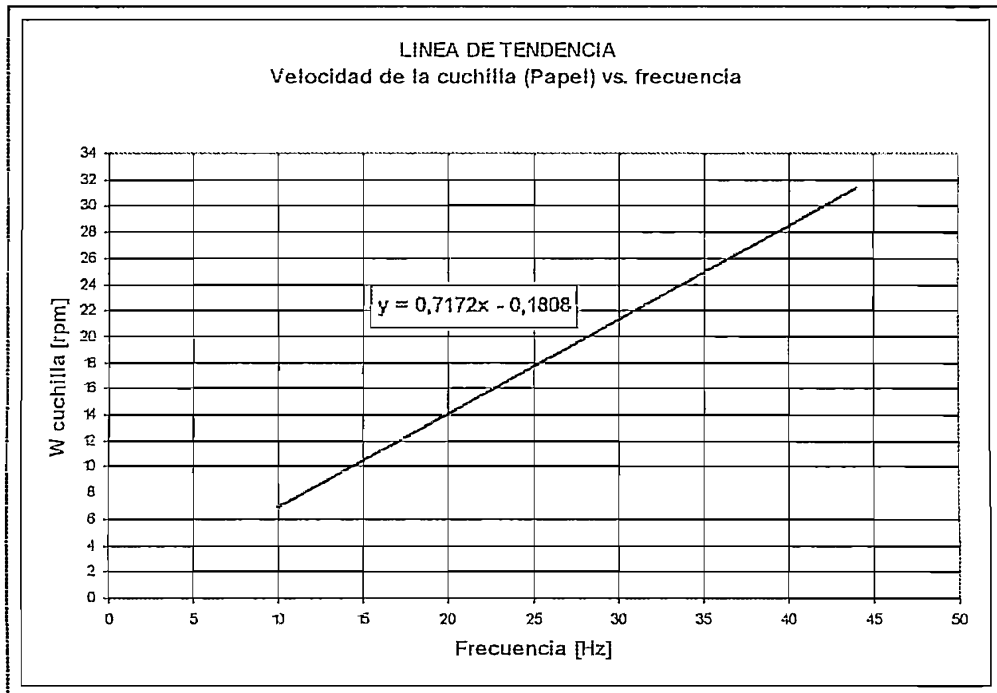


Figura 2.19 Línea de tendencia para la cuchilla cuando corta papel

## Cartón reciclado

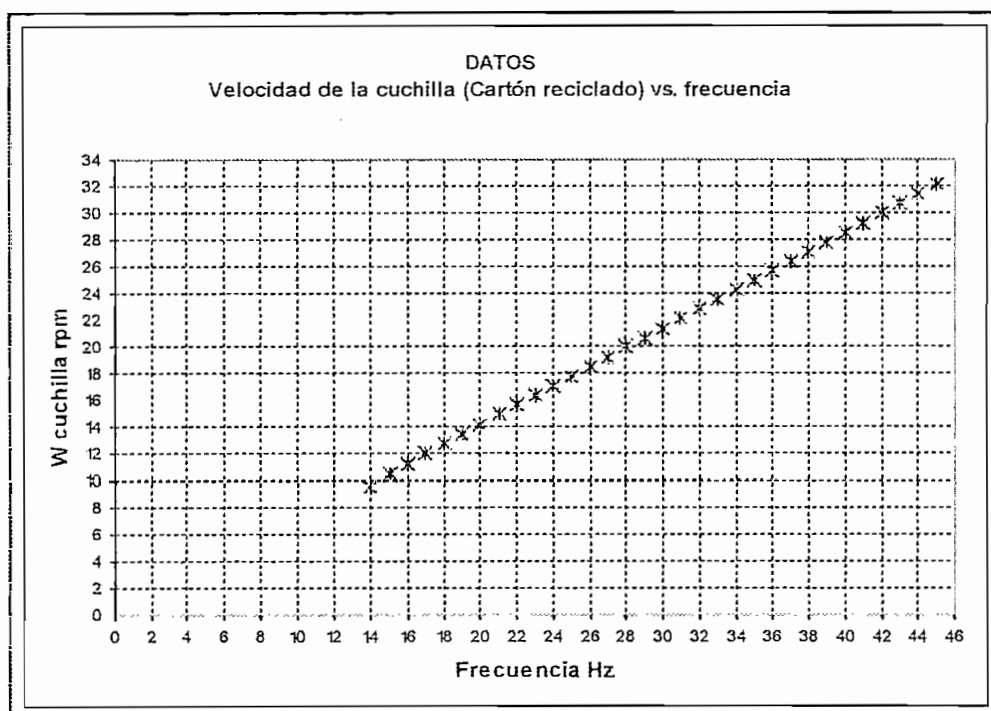


Figura 2.20 Datos muestreados para la cuchilla cuando corta cartón reciclado

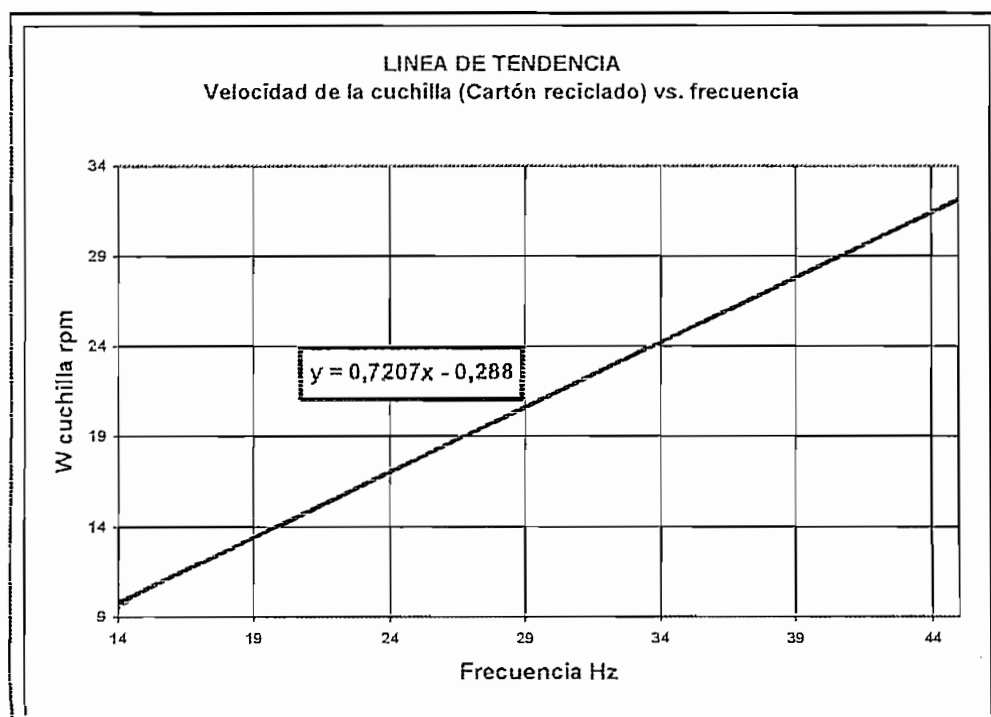


Figura 2. 21 Línea de tendencia para la cuchilla cuando corta cartón reciclado

## Cartón virgen

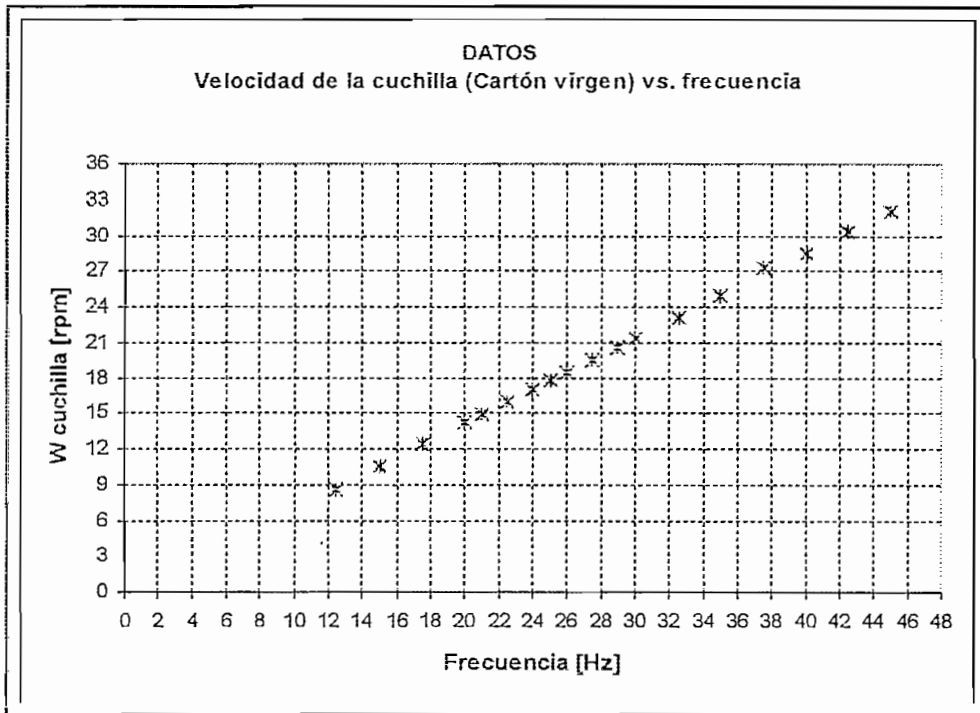


Figura 2.22 Datos muestreados para la cuchilla cuando corta cartón virgen

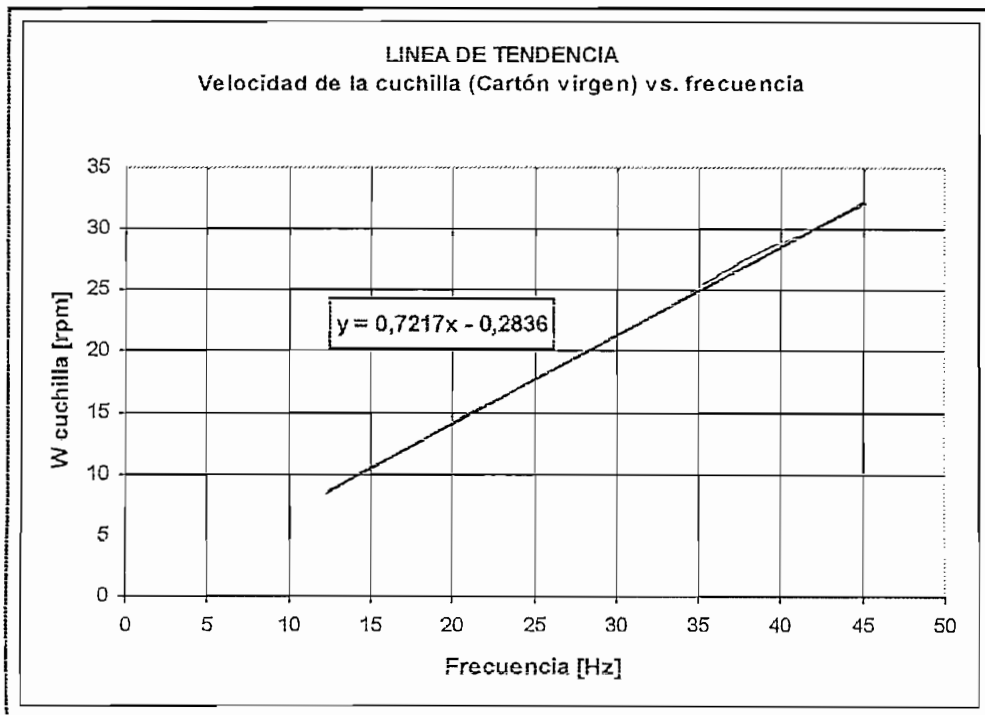


Figura 2.23 Línea de tendencia para la cuchilla cuando corta cartón virgen

Los datos obtenidos muestran una tendencia lineal, al aplicar una regresión lineal de Excel se consigue establecer ecuaciones muy próximas a las relaciones reales buscadas.

Se obtiene cuatro ecuaciones, una para el rodillo de arrastre y 3 para la cuchilla.

$$\text{Ecuación 1. } \omega_{\text{arrastre}} = 1.8961 * SP_{\text{frecuencia}} - 0.1744$$

$$\text{Ecuación 2. } \omega_{\text{cuchilla (papel)}} = 0.7172 * SP_{\text{frecuencia}} - 0.1808$$

$$\text{Ecuación 3. } \omega_{\text{cuchilla (cartón reciclado)}} = 0.7207 * SP_{\text{frecuencia}} - 0.2880$$

$$\text{Ecuación 4. } \omega_{\text{cuchilla (cartón virgen)}} = 0.7217 * SP_{\text{frecuencia}} - 0.2836$$

Donde:  $\omega$  es la velocidad angular del rodillo expresada en revoluciones por minuto (rpm) y  $SP_{\text{frecuencia}}$  es el "Set Point" o consigna de frecuencia ingresada en el convertidor en expresada en Hertz (Hz).

En estas ecuaciones, se aprecia que la relación entre la consigna de frecuencia introducida al convertidor y la respuesta de los rodillos, es aproximadamente lineal. En la cual, la pendiente representa las constantes matemáticas introducidas por: el modo de control del variador, los acoples mecánicos y algunas perturbaciones propias de cada rodillo.

Además, en las ecuaciones se nota una constante de signo negativo, que presume para una consigna cero en el convertidor, el rodillo giraría con velocidad contraria, convirtiéndose en una incongruencia con el proceso real, que al enviar una consigna de 0 pasa el rodillo al reposo. Pero se debe considerar, que en el instante del corte en la cuchilla y cuando la carga del arrastre es voluminosa, la velocidad de sus rodillos disminuye, por tanto, esta constante involucra la mayoría de factores adversos presentes en el movimiento de los rodillos, entre los cuales se destaca: que la relación V/f del variador no asegura mantener constante la velocidad del motor en condiciones de carga, y que las perturbaciones provocan variaciones en las velocidades reales de los rodillos. Justificándose al apareamiento de esta constante.



## 2.3 DETERMINACIÓN DE EXPRESIONES QUE GOBIERNAN LAS SECCIONES DE LA LÍNEA A SER AUTOMATIZADAS

En la automatización de las máquinas, lo más importante, es tener un control sobre los motores que la constituyen. Cabe resaltar que para el proyecto no se cuenta con equipos de realimentación de velocidad, por tanto se ha optimizado todos los recursos de los equipos disponibles para conseguir un control en lazo abierto estable.

Para lograr que la cortadora entregue planchas de cartón de longitud predefinida por el usuario se requiere encontrar una relación entre el acarreo y la cuchilla. Por otro lado, para optimizar la operación de esta máquina con la de la corrugadora y que funcionen unificadamente, es necesaria una correspondencia entre la velocidad lineal del arrastre de la cortadora con la del rodillo corrugador.

En búsqueda de estas relaciones, seguidamente se expone el método utilizado.

### 2.3.1 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA DE CORTE

Para determinar la relación entre las velocidades de la cuchilla rotativa y la alimentación de cartón, se utilizan ecuaciones del movimiento circular uniforme, asumiendo que idealmente el proceso es continuo y discriminando perturbaciones en el movimiento de los rodillos de arrastre y de la cuchilla.

$$\text{Ecuaciones de M. C. U. } \omega = \frac{\Delta\theta}{t}; v = \omega * r$$

Donde:  $\omega$  es la velocidad angular,  $\Delta\theta$  es el desplazamiento angular,  $v$  es la velocidad tangencial y  $t$  es el tiempo.

El tiempo que tarda la cuchilla en dar una vuelta es determinado por:

$$\text{Ecuación 5. } t_c = \frac{2\pi}{\omega_c}$$

Por otro lado, la longitud de material que acarrea el rodillo de arrastre, está determinada por la velocidad con la que lo tira, según:

$$\text{Ecuación 6. } l_{am} = v * t_a$$

La ecuación anterior, se puede expresar en términos de la velocidad angular, como sigue:

$$\text{Ecuación 7. } l_{lam} = \omega_a * r_a * t_a$$

El tiempo que tarde el rodillo arrastre en introducir una cierta longitud de material, deberá ser igual al tiempo que demora la cuchilla en dar una revolución, por tanto al igualar las ecuaciones 5 y 7, se tiene:

$$\text{Ecuación 8. } \frac{t_c = t_a}{\omega_c} = \frac{l_{lam}}{\omega_a * r_a}$$

Reemplazando,  $r = \frac{C}{2\pi}$  y despejando  $\omega_a$  se tiene:

$$\text{Ecuación 9. } \omega_a = \frac{l_{lam} * \omega_c}{C_a}$$

Donde:  $C_a$  es la longitud de la circunferencia que forma la superficie del rodillo de caucho.

### Interpretación de la ecuación 9

De lo cual se concluye que: la velocidad angular del rodillo de arrastre es proporcional a la velocidad angular de la cuchilla, si se fija el perímetro de la sección transversal del rodillo de arrastre y la longitud del material que cruza. Recíprocamente: La longitud del material se determina, ajustando la frecuencia de los convertidores que controlan la velocidad de los motores de la cuchilla y del rodillo de arrastre.

### Determinación de las variables de la ecuación 9

Al analizar las variables involucradas en esta última ecuación, fácilmente se determina la circunferencia del rodillo de arrastre, midiendo con una cinta flexible alrededor de la superficie del cilindro de caucho, obteniéndose 56cm durante las pruebas realizadas.

La longitud de la lámina es el dato indispensable que debe ingresar el operador a la cortadora.

Para el cálculo, se fija una velocidad y la otra queda determinada. Mejor resultado se obtiene fijando la velocidad de la cuchilla, obligando a predefinir la velocidad de funcionamiento de la cortadora en función de los pedidos, de la rapidez del apilamiento y del desgaste de las cuchillas.

De este análisis matemático se desprenden dos aspectos importantes que mencionar:

Se utiliza las ecuaciones del M. C. U. en vista de la orientación que tiene el proceso de corte a ser continuo. Esto es, realizar pedidos de láminas de material con una misma longitud por miles y luego cambiar la medida para proceder con otros, que también pueden ser abundantes. Mientras se corta a una medida, el arrastre y la cuchilla trabajan a cierta velocidad que tiende a mantenerse constante.

Otro aspecto, que resaltar para el cumplimiento de la ecuación obtenida, tiene que ver con el control de las velocidades desde los convertidores, que si bien cambian la frecuencia y el voltaje a los bornes de los motores, no aseguran las velocidades a las que girarán los rodillos a su cargo, debido a las perturbaciones, que se presentan obligatoriamente durante el proceso en estos sistemas en lazo abierto, pero que al utilizar las relaciones obtenidas en las pruebas anteriormente descritas, compensan esta deficiencia del sistema, dando cabida al uso de dicha ecuación.

### **2.3.2 CONTROL DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA VELOCIDAD ENTRE LA CORTADORA Y LA CORRUGADORA**

Para determinar la relación entre las velocidades del rodillo de arrastre y del corrugador, se utilizan los criterios mencionados en el literal anterior.

Una vez obtenida la velocidad angular del rodillo de arrastre en la ecuación 9 y conociendo la longitud de la circunferencia que forma la superficie del rodillo de caucho, se puede obtener su velocidad lineal, según:  $v = \omega * r$

Esta velocidad debe ser igual para el rodillo corrugador, en vista de que el arrastre debe halar el cartón con la misma rapidez que se lo fabrica, para obtener un funcionamiento unificado de las dos máquinas y evitar el aglutinamiento de cartón entre ellas o contrariamente su excesivo temple.

Con esto se define la velocidad lineal de los rodillos corrugadores, y al conocer el radio de la circunferencia de este, se calcula la velocidad angular, la misma que puede ser expresada como frecuencia, al utilizar la relación entre la velocidad angular del rodillo corrugador y la consigna ingresada al variador, en forma similar a lo efectuado para los rodillos de arrastre y cuchilla anteriormente. Con lo cual se conoce el nivel de "set point" del rodillo corrugador.

Otra forma menos ardua para determinar la correspondencia entre las velocidades del rodillo de arrastre y del corrugador, consiste en implementar en la fábrica el sistema de control de la cortadora y experimentalmente conseguir esta relación.

Este procedimiento consiste en:

Ingresar los parámetros en la cortadora: longitud para las planchas de cartón y la velocidad de trabajo de la cuchilla.

Poner en funcionamiento la corrugadora para alimentar con material a la cortadora y arrancarla.

Mientras trabajan las dos máquinas, regular la velocidad de la corrugadora de tal manera que el cartón saliente de esta, ingrese de manera continua a la cortadora, obteniéndose en este punto la sincronización de las velocidades.

Por último tomar los datos de frecuencia de los paneles mando de los convertidores que controlan el rodillo corrugador y el de arrastre de la cortadora, para establecer la relación.

Hay que realizar similar procedimiento, cambiando la longitud y velocidad en los parámetros de la cortadora, varias ocasiones para comprobar si la relación se mantiene constante, de lo cual se obtuvo el valor:

$$\text{Ecuación 10. } \frac{\text{frecuencia}_{\text{arrastre}}}{\text{frecuencia}_{\text{rod. corrugador}}} = 1.5$$

Estas ecuaciones (1, 2, 3, 4, 9, 10) obtenidas son introducidas directamente en el programa de usuario del PLC que conjuntamente con los equipos descritos a continuación sirven para implantar un nivel de automatización del proceso de fabricación de planchas de cartón corrugado hasta aquí descrito.

## **2.4 SINÓPSIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA EL CONTROL DE LA LÍNEA**

Todos los equipos electrónicos que incluyen sistemas microprocesados están constituidos por una estructura física y sus recursos de funcionamiento, que deben ser configurados desde un programa específico para cada uno.

A continuación se tratan las características más importantes de estos equipos, resaltando algunos recursos que brinda su software e identificando su hardware, para obtener un criterio general de las herramientas que proporcionan y establecer cuales son realmente utilizadas<sup>9</sup>.

### **2.4.1 SINÓPSIS DE LOS CONVERTIDORES DE FRECUENCIA SIMOVERT**

Organizando cronológicamente el apareamiento en el mercado de los inversores disponibles para este proyecto, se fabrica: por el año 1993 una gama de accionamientos, que brindan facilidad en el acceso a parámetros e información, amigable para el proyectista. Se trata de los accionamientos de tercera generación MicroMaster3 (MM3) entre los cuales destacan: MicroMaster Vector V1.0, V2.0 y MidiMaster Vector V1.0, V2.0.

Desde 1997 se fabrica SIMOVERT MasterDrive VC 6SE7022-3CP60, V3.0, V3.1, V3.2 que es un inversor muy complejo en cuanto a su parametrización, pero cuenta con herramientas de programación, que lo asemejan a un MiniPLC programable con bloques de función y un variador incluidos.

Para octubre del 2000, se cuenta con la gama de cuarta generación MicroMaster4 (MM4), que incluye al MicroMaster 420, muy similar a la gama anterior MM3, con una mejor presentación comercial.

#### **2.4.1.1 Características constructivas de los convertidores SIMOVERT**

Todos los variadores utilizan interruptores electrónicos de compuerta aislada (IGBT's) que les dan eficiencia, rapidez y robustez.

---

<sup>9</sup> SIMOREG, SIMATIC, MASTER DRIVES, MICRO MASTER and LOGO! are registered trademarks of Siemens AG.

Disponen de documentación donde se encuentran las normas básicas y advertencias que se deben cumplir para garantizar un desempeño eficiente y evitar posibles daños e interferencias.

#### 2.4.1.1.1 *MicroMaster Vector y MidiMaster*

Los equipos MicroMaster Vector (MMV) Fig. 2.24 y MidiMaster Vector Fig. 2.25 (MDV), pertenecen a la gama MM3 con capacidad de control vectorial sin sensores y para potencias de motores AC desde 120W hasta 75KW, dependiendo de las condiciones de carga en que se encuentren.

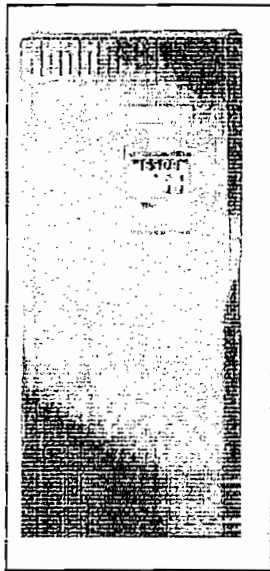


Figura 2.24 MidiMaster Vector

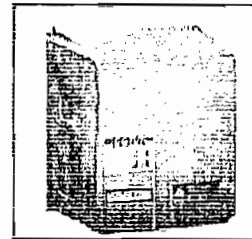


Figura 2.25 MicroMaster Vector

Entre las características<sup>10</sup> más destacables se encuentran:

- ❖ Parametrización desde: Panel Frontal, OPM2 o desde el computador utilizando DriveMonitor.
- ❖ Panel de mando básico incorporado, panel operador externo OPM2 (opcional), o panel para conexión a PROFIBUS DP, conexión a CANbus y a SIMOLINK (opcionales).
- ❖ Dos salidas relé programables con 13 funciones.
- ❖ Salidas analógicas, 1 para el MMV y 2 para el MDV

<sup>10</sup> El diagrama circuital se encuentra en los anexos 2.3.1

- ❖ Componente Chopper de frenado incorporado para resistencias externas.
- ❖ Facilidad de control local a través del panel de mando y de las entradas digitales programables.
- ❖ Capacidad de control remoto a través del enlace serie RS-485, mediante el uso del protocolo USS, con posibilidad de controlar hasta 31 convertidores.
- ❖ Control del motor en lazo cerrado mediante el uso del lazo de regulación PID, con un elemento de campo.
- ❖ Control tradicional utilizando el método V/f y V/f con FCC.
- ❖ Lista de 139 parámetros de acceso para configuración.
- ❖ Capacidad de reconocimiento automático de motores de 2, 4, 6, 8 polos mediante el software del convertidor.
- ❖ Parámetros para manejo de tiempos de aceleración/desaceleración con redondeo de rampa programable.
- ❖ Control de la frecuencia de salida mediante uno de los procedimientos siguientes:
  - Entrada analógica de alta resolución (usando señales de voltaje, corriente o un potenciómetro).
  - Ocho frecuencias fijas mediante las entradas digitales binarias.
  - Cursores de panel de mando y por la Interfaz serie.
- ❖ Técnica de Frenado por inyección de corriente continua y frenado COMPOUND.

#### *2.4.1.1.2 MasterDrive VC (CUVC) V3.2 6 SE7022-3CP60*

El hardware es modular, lo que proporciona menor costo. Es utilizado en aplicaciones específicas: Entre los componentes básicos se tiene la tarjeta madre (CUVC - Control Unit Vector Control), tarjetas de funciones (No disponibles en el convertidor utilizado) y la carcasa (Compact unit) Fig. 2.26.



Figura 2.26 Master Drive

El MasterDrive Vector Control (CUVC) V3.2, tiene capacidad de regulación automática de frecuencia (sin taco), velocidad y torque: Puede manejar motores de AC entre 0.12KW hasta 36KW (nominal 11KW).

Entre las características<sup>11</sup> relacionadas con la tarjeta madre más destacables se tiene:

- ❖ Parametrización desde: PMU (Parametrization Unit), OP1S (opcional) o desde el computador utilizando DriveMonitor.
- ❖ Espacio para tarjetas insertables de: conexión a PROFIBUS DP, conexión a CANbus y conexión a SIMOLINK (opcionales).
- ❖ Tres entradas digitales programables con 19 componentes funcionales.
- ❖ Cuatro entradas/salidas digitales bidireccionales programables con 19 componentes funcionales.
- ❖ Dos entradas y dos salidas analógicas.
- ❖ Manejo a través del control remoto por medio del enlace serie RS-485, mediante el uso del protocolo USS, con posibilidad de controlar hasta 31 convertidores.
- ❖ Manejo a través del control local por medio del panel de mando básico y de las entradas digitales programables.
- ❖ Frenado por inyección de corriente continua solo para motores síncronos.

---

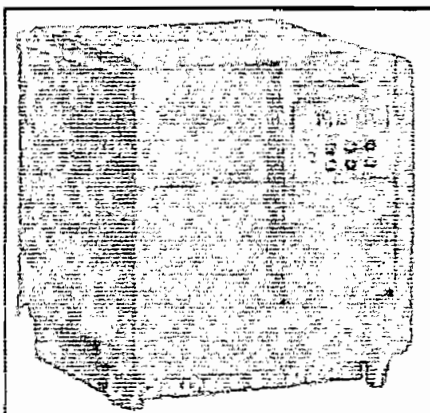
<sup>11</sup> El diagrama principal se encuentra en los anexos 2.3.3



- ❖ Componente Chopper de frenado incorporado para resistencias externas.
- ❖ Lista de 1112 parámetros de acceso para configuración, divididos en grupos funcionales de parametrización BICO y de visualización.
- ❖ Control tradicional utilizando el método V/f, V/f con lazo exterior de regulación de velocidad, control V/f para aplicaciones textiles.
- ❖ Control vectorial para regulación de frecuencia (sin taco), regulación de velocidad y regulación de torque.
- ❖ Capacidad de reconocimiento automático de motores mediante el software del convertidor.
- ❖ Parámetros para reconocimiento de tiempos de aceleración/desaceleración con redondeo de rampa programable.
- ❖ Capacidad para control de la frecuencia de salida mediante uno de los procedimientos siguientes:
  - Entrada analógica de alta resolución (usando señales de voltaje, corriente o un potenciómetro).
  - Doce frecuencias fijas mediante las entradas digitales binarias por cada juego de datos funcionales.
  - Cursores de panel de mando y por las interfaces serie.
- ❖ Automatismos de reconexión tras fallo en la alimentación, con respaldo cinético KIP y reducción flexible mientras la tensión del circuito intermedio no disminuya del 50% del valor nominal.
- ❖ Función captar para conectar el convertidor a un motor que aún está en movimiento, entre otras funciones complejas y específicas para aplicaciones especiales.

#### **2.4.1.1.3 *MicroMaster 420***

El MicroMaster 420 Fig. 2.27, se puede comparar como un avance directo de la gama MM3. El método especial de modulación por ancho de pulso con frecuencia de pulsación a elección del usuario, es una característica de este equipo para reducir el ruido en el movimiento del motor.



**Figura 2.27 MicroMaster 420**

Las principales características<sup>12</sup> del equipo son:

- ❖ Este variador se puede parametrizar, desde paneles insertables en un puerto de comunicación intrínseco en el equipo como son: SDP (Status Panel), BOP (Basic Operator Panel), AOP (Advanced Operator Panel) o desde el computador utilizando Drive Monitor.
- ❖ Espacio para módulos insertables de conexión a PROFIBUS DP, conexión a RS-232 y a SIMOLINK (opcionales).
- ❖ Cuatro entradas digitales y una salida relé programables.
- ❖ Una entrada y una salida analógicas.
- ❖ Manejo a través del control remoto por medio del enlace serie RS-485, mediante el uso del protocolo USS, con posibilidad de controlar hasta 31 convertidores.
- ❖ Manejo a través del control local por medio del panel de mando y de las entradas digitales programables.
- ❖ Lista de 361 parámetros de acceso para configuración.
- ❖ Cuatro modos de control del motor: V/f, V/f con FCC, V/f cuadrático y V/f multipunto.
- ❖ Parámetros de control de tiempos de aceleración/desaceleración con redondeo de rampa programable.

---

<sup>12</sup> El diagrama general del circuito se encuentra en los anexos 2.3.4

- ❖ Control de la frecuencia de salida mediante uno de los procedimientos siguientes:
  - Entrada analógica de alta resolución (usando señales de voltaje, corriente o un potenciómetro).
  - Ocho frecuencias fijas mediante las entradas digitales binarias.
  - Cursores de panel de mando y por la Interfaz serie.
- ❖ Capacidad de frenado por inyección de corriente continua integrado y frenado COMPOUND o combinado para mejorar el rendimiento del frenado.
- ❖ Control de la frecuencia de los pulsos para el convertidor SPWM, que puede variar desde 2 hasta 16KHz en pasos de 2KHz. En frecuencias de pulsos bajas (menores a 4KHz) se obtiene mayor ruido del motor.
- ❖ Dos modos de operación definidos a través de los parámetros del drive, para los cuales se puede definir tiempos de aceleración, desaceleración, tiempos muertos o tiempos de histéresis, "set points" de frecuencia, pasos de frecuencia, frecuencia mínima, frecuencia máxima, etc. Estos modos son: "JOG" y "ON"/"OFF" normal. Además existe una alternativa en la cual los dos modos pueden existir.

#### **2.4.1.2 Herramientas importantes para poner en marcha los convertidores SIMOVERT**

Con el objeto de tener una noción de los recursos software que ofrecen los variadores para el proyecto, a continuación se describe brevemente ciertas características comunes en ellos.

Todos los convertidores funcionan a 50 y 60Hz. Esto obliga al usuario, a definir la frecuencia de trabajo para el equipo antes de ponerlo en marcha. Utilizan la técnica de modulación por ancho de pulso (SPWM). Tienen asociada una lista de parámetros que definen su operación y la asignación de valores a cada elemento de esta lista se la denomina parametrización o configuración. Esta se distribuye en grupos por la función que desempeñan de la siguiente forma, parámetros relacionados con: el convertidor, los datos del motor, las órdenes de control, las

I/O digitales, las I/O analógicas, el control del motor, la comunicación, la visualización, entre otros propios de cada convertidor.

#### *2.4.1.2.1 Identificación de los Parámetros importantes*

Generalmente los parámetros más importantes, discriminando el grupo funcional y el número de identificación de cada uno, pues varía de acuerdo al convertidor utilizado, son:

Nivel de acceso, modo de servicio del convertidor, normalización de las unidades de tensión, corriente, potencia, frecuencia y velocidad nominal del motor, selección de la fuente de ordenes y "set point", frecuencias mínima y máxima del motor, tiempos de aceleración y desaceleración, opciones de frenado, guardar parámetros y reset.<sup>13</sup>

En los documentos de información de los convertidores está incluida la "Guía rápida", donde se describe los parámetros indispensables para poner en funcionamiento el equipo con características básicas de operación.

#### *2.4.1.2.2 Sumario de los Modos de control*

Los convertidores presentan varias formas de trabajo, que controlan la relación entre la tensión y la frecuencia suministrada por el convertidor al motor, para determinar la velocidad de giro del mismo.

Básicamente, el trabajo del convertidor consiste en poner en los bornes del motor un cierto nivel de voltaje y frecuencia, siguiendo una de las características descritas a continuación en función de la consigna ingresada por el usuario.

#### **Control V/f (lineal)**

Consiste en el método clásico de mantener constante la relación entre el voltaje y la frecuencia aplicada al motor Fig. 2.28. Este control es adecuado para la mayoría de aplicaciones, destacándose: bandas transportadoras, bombas, motores síncronos o motores conectados en paralelo.

---

<sup>13</sup> En el caso de SIMOVERT MASTERDRIVE VC se requieren más parámetros, disponible en los manuales del equipo.

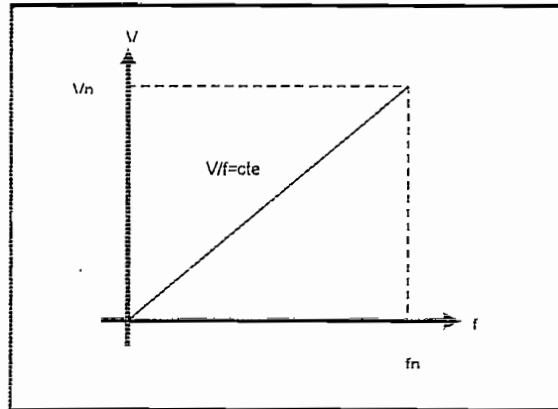


Figura 2.28 Característica  $v/f=cte$

### Control $V/f$ con FCC (Flux Current Control)

Para frecuencias menores a la nominal del motor se ocupa el control  $v/f$ , sobre ésta, actúa el control FCC monitorizando la intensidad de flujo y manteniéndola constante. Aumenta la eficiencia y la respuesta dinámica del motor. Es adecuado para aplicaciones que requieren velocidades mayores a la nominal.

### Control $V/f$ cuadrático

En este tipo de control, a velocidades inferiores a la nominal, el consumo de energía así como la intensidad de consumo del motor se reduce en forma cuadrática en relación a la frecuencia de salida (Fig. 2.29). Se puede utilizar cuando la característica de par de carga es cuadrática (par variable), como ventiladores y bombas centrífugas.

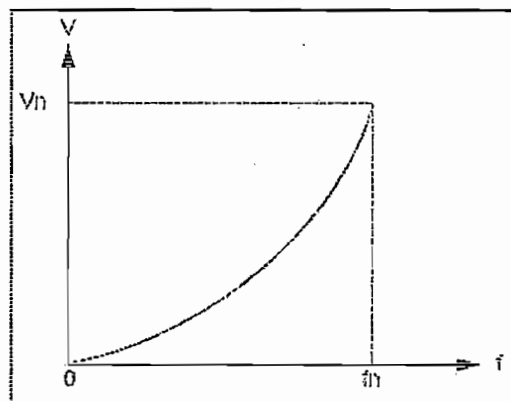


Figura 2.29 característica  $v/f$  cuadrática

### Control V/f multipunto

El usuario define la característica V/f con 3 puntos programables y 2 no programables, como se muestra en la gráfica 2.30. Esta característica puede ser utilizada para suministrar el par adecuado a la frecuencia correcta y es útil para motores síncronos.

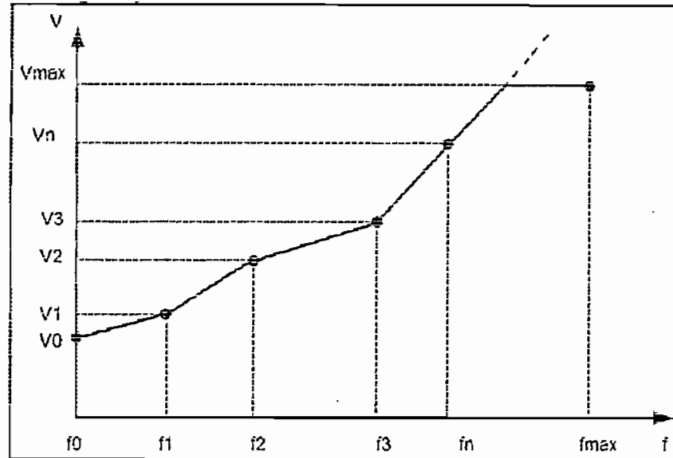


Figura 2.30 v/f múltiplo.

### Control Vectorial sin sensores (SVC Sensor less Vector Control)

El convertidor utiliza un modelo matemático interno del motor junto con una monitorización extremadamente rápida de la intensidad de consumo, para calcular la posición y velocidad de giro real del rotor. Aunque no haya un sensor de posición o velocidad desde el motor, el sistema de control realiza un lazo cerrado, porque compara las características internas del modelo con las características de funcionamiento deseadas. Fig. 2.31. Es más complejo que el FCC y por tanto más difícil de operar.

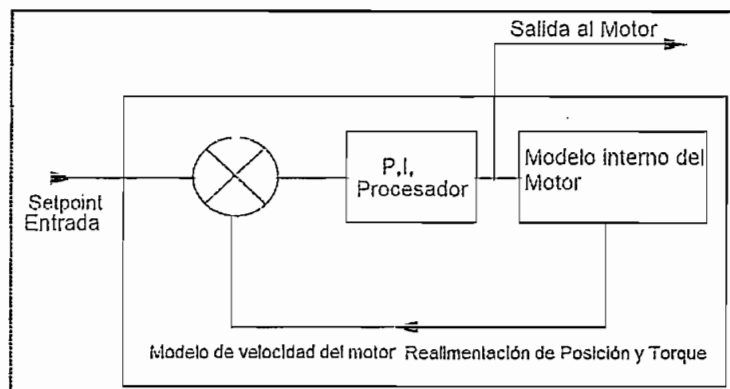


Figura 2.31 Control SVC

### *2.4.1.2.3 Identificación de Fuentes para dar las órdenes al convertidor*

Una ventaja de los variadores aquí descritos, es permitir el ingreso de las instrucciones de operación del usuario por diferentes vías.

Las órdenes de control están directamente relacionadas con el funcionamiento del motor, destacándose el arranque/paro, "JOG", inversión de giro, entre otras.

La orden de consigna es ingresar un nivel de referencia de frecuencia, voltaje o velocidad al variador.

Se dispone de 3 fuentes para dar las órdenes de control y consigna al convertidor. Estas son: el panel de mando, las entradas/salidas-digitales/analógicas y la interfaz de comunicación. Es posible alternar entre las fuentes para encontrar un mecanismo accesible de manipulación del convertidor.

Los paneles de mando utilizados como fuentes de órdenes y/o consigna, junto a los recursos de visualización que ofrecen, cambian en función del variador y su versión. Cuando las órdenes ingresan por las entradas digitales/analógicas, se define el modo de control local del variador, en cambio cuando se introducen por la interfaz de comunicación mediante un protocolo, se define el modo de control remoto.

### **2.4.1.3 Dispositivos para configurar los convertidores**

La configuración consiste en ingresar valores a los parámetros del sistema inteligente del convertidor. Para esto se utilizan dos clases de dispositivos: los paneles de mando fijos o insertables y/o el paquete de software DriveMonitor, desde el PG/PC.

El panel de mando consiste en un display de caracteres alfanuméricos, con cursores y teclas de función<sup>14</sup>. Su utilización es descrita por el fabricante en las Instrucciones de uso del inversor. Existen varios para cada equipo y se diferencian por las opciones de parametrización, almacenamiento, comunicación y visualización que permiten.

---

<sup>14</sup> Los principales paneles de mando se encuentran en los anexos 2.4, PARA MMV, MIDI, MASTER, y MM420

Para la configuración desde el PC/PG se requiere un cable de comunicación serial cruzado, con dos conectores BD9's (macho interfaz serial convertidor, hembra PC) en los extremos; que el inversor disponga de un puerto de comunicación RS-232 (Para los MM3 y MM4 este puerto es un accesorio independiente del equipo); y el paquete de configuración del equipo,

#### *2.4.1.3.1 Parametrización del MasterDrive VC*

La lógica de parametrización de los MasterDrive's VC, se basa en componentes funcionales parametrizables y enlazables entre sí: Se puede comparar al esquema de representación del lenguaje de programación de PLC's FBD (Function Block Diagram según IEC), el cual muestra bloques con entradas y salidas, las cuales se conectan con otros bloques por medio de cables o en forma simbólica.

Los componentes funcionales tienen aplicaciones específicas y constan de: entradas, salidas, parámetros y se procesan en niveles de tiempo. De acuerdo a la función se clasifican en 6 grupos: Procesamiento de bornes de entrada, procesamiento de bornes de salida, componentes funcionales libres, sincronismo angular y posicionamiento, control de secuencia interno y cálculo de consigna y componentes funcionales de reserva. Para el intercambio de información (entradas/salidas) entre componentes funcionales, se utilizan los Binectores y Conectores:

**Los binectores** utilizan bits para almacenar señales booleanas, se representan con la letra B, así como: el binector B0000 que es un bit con el estado 0 lógico, el B0001 que tiene el estado 1 lógico, el B0018 refleja el estado de la entrada digital 5 del convertidor, etc.

**Los conectores** se utilizan para almacenar valores digitales, que pueden tener longitudes de 16 y 32 bits: Se representan con las letras K y KK respectivamente. Por ejemplo, el conector K0011 almacena el valor de la entrada analógica 1 del convertidor tras un tiempo de muestreo, el conector K6001 guarda la primera palabra de control recibida por el variador desde el puerto serie 2.

Los parámetros, son las vías de acceso del usuario a los componentes funcionales para programar una aplicación, interconectándolos mediante



binectores y conectores, como también para la observación de señales internas del convertidor.

Se los agrupa por la función que realizan en: parámetros funcionales, parámetros BICO y parámetros de observación (los cuales solo se pueden leer). Además en los parámetros que necesitan de varios valores para distintas aplicaciones, se utilizan los índices, que son llenados selectivamente con valores para el mismo parámetro.

El un grupo especial de parámetros funcionales pertenecen a los llamados juegos de datos funcionales (JdD-Func). Los parámetros aludidos poseen cuatro índices: Esto significa que en cada parámetro, bajo cada índice hay un valor, es decir bajo un número de parámetro, se pueden archivar un total de cuatro valores de parámetro y el juego de datos funcionales activo (P576, P577) determina el valor que se utiliza. Otro grupo de parámetros funcionales pertenecen al juego de datos del motor (JdD-Mot) y operan de la misma forma que el JdD-Func.

Un parámetro BICO tiene dos índices, en cada índice se forma un juego de datos BICO (JdD-BICO); el cual se escoge desde un parámetro seleccionador (P590) que define el JdD-BICO que debe ser utilizado por el convertidor y por lo tanto, el valor del índice a manejarse.

#### **2.4.2 SINÓPSIS DEL PLC S7-200-216**

El PLC S7-200-216 pertenece a la familia S7-200 por tanto su lógica de funcionamiento es la misma que la de todos en ésta serie.

##### **2.4.2.1 Características constructivas del S7-200-216**

La CPU 216, comprende: alimentación AC (85V-264V), 24 entradas DC (24V-7mA terminal en "ON", 5V terminal en "OFF") y 16 salidas tipo relé (5 - 30Vdc hasta 250Vac). Dos pódicos de comunicación (puerto 0 y puerto 1)<sup>15</sup>.

Se cuenta con un selector de tres posiciones ubicado en la tapa frontal del CPU que establece el modo de operación. Si el selector se pone en STOP, se detendrá la ejecución del programa. Si se pone en RUN, se iniciará la ejecución del

---

<sup>15</sup> Los recursos de hardware utilizados, se describen detalladamente en los anexos 2.5.1, 2.5.2

programa. Si se pone en TERM, no cambiará el modo de operación anterior. El usuario puede reconocer la posición de este selector dentro del programa mediante un bit de aviso (SM0.7), mientras se encuentra en RUN o a pasado de este a TERM.

La memoria disponible en el CPU 216 para el programa de usuario puede máximo ocupar 4KW en la memoria EEPROM, mientras que el tamaño de los datos de usuario llega hasta 2.5KW en la memoria RAM.

#### **2.4.2.2 Lógica de funcionamiento del S7-200**

La lógica de funcionamiento es la forma que el PLC ejecuta las instrucciones ingresadas por el usuario y la forma de acceder a los datos guardados en su memoria.

##### ***2.4.2.2.1 Ciclo de programa e Imagen de proceso***

Las instrucciones se ejecutan en forma cíclica, seguido de otras tareas que cumple secuencialmente, definiéndose de esta forma la imagen del proceso.

Las tareas realizadas en un ciclo de programa contemplan: leer las entradas físicas, ejecutar la lógica de control del programa almacenando los datos en los espacios de memoria, procesar eventos de comunicación, efectuar un autodiagnóstico de su sistema y por último escribir en las salidas los valores obtenidos de las tareas anteriores. A los espacios de memoria utilizados para guardar el valor acorde con el estado de las entradas y las salidas físicas se denomina imagen del proceso. Esta definición es un poco vaga, ya que al introducirse en la programación detenidamente, se llega a conceptuar a la imagen, como toda la lógica de control ejecutada por el PLC.<sup>16</sup>

##### ***2.4.2.2.2 La memoria y su direccionamiento***

El usuario debe considerar el tamaño de las memorias disponibles en el CPU, en la implementación del programa, sobre todo cuando sea necesario cargar librerías o herramientas que requieran mucho espacio de memoria para su ejecución.

---

<sup>16</sup> Las generalidades del S7-200 esta disponible en el "Manual del sistema de automatización S7-200".

La memoria del CPU esta dividida en dos partes: programa y datos. En la memoria de programa se reúne todas las instrucciones introducidas por el usuario en la creación de su proyecto, mientras que en la de datos están todos los valores utilizados por el PLC y el usuario para realizar cálculos aritméticos con la lógica del programa. A su vez, la memoria de datos que tiene relación con la concepción de imagen de proceso, es dividida en áreas con funciones específicas. Teniendo:

Área de variables (V), área de entradas (I), área de salidas (Q), área de marcas<sup>17</sup> (M), área de marcas especiales (SM), área de temporizadores (T), área de contadores (C), área de contadores rápidos (HC), área de acumuladores (AC), área de entradas analógicas (AI), área de salidas analógicas (AQ), área de relés de control secuencial (SCR o S) y otras áreas definidas en el PLC que dependen de la inserción de módulos de funciones adicionales.<sup>18</sup>

Con esto se entiende que, para acceder a los datos en el PLC, hay que utilizar un formato, en el cual se describe el área de memoria de datos, acompañada de otros indicadores, que definen si se direcciona bits, bytes, palabras o doble palabras.

#### **2.4.2.3 Requerimientos indispensables para configurar el S7-200**

Los PLC's S7-200, se configuran desde el PC/PG utilizando el software STEP 7 - Micro/Win. Para conectar el puerto serie del computador personal que generalmente utiliza el protocolo RS-232, se utiliza un cable de comunicación denominado "cable PC/PP1" ya que contiene acoplado en su longitud un dispositivo que convierte las señales (RS-232/RS-485 y viceversa) y define la velocidad de comunicación entre 1.2K y 38.4Kbps<sup>19</sup> mediante varios interruptores DIP accesibles al usuario.

---

<sup>17</sup> Las "marcas" (según SIMATIC) son definidas como "relés internos" por IEC. Las marcas especiales (SM) permiten ejecutar diversas funciones de estado y control. Asimismo, sirven para intercambiar informaciones entre el S7-200 y el programa, pudiéndose utilizar en formato de bits, bytes, palabras o palabras dobles.

<sup>18</sup> Refiérase al Anexo 2.5.3 y 2.5.4

<sup>19</sup> La velocidad de transmisión debe ser ratificada desde STEP 7- Micro/Win

STEP 7-Micro/WIN 32 (versión 3.2 SP1), es un paquete de programación de 32 bits para el S7-200, que requiere uno de los sistemas operativos siguientes: Microsoft Windows 95, 98 SE, Me, NT V4.0 o superior y 2000. No se ha comprobado bajo Windows XP.

Se trata de un software de configuración amigable y completo, muy versátil para la creación de proyectos de automatización gracias a la capacidad de incorporar librerías prediseñadas para aplicaciones específicas (comunicación USS, Modbus, o personalizadas), y a la posibilidad de representar las instrucciones del programa de usuario en diferentes formas de representación del lenguaje STEP 7.

### **Lenguaje de programación y tipos de operaciones**

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) ha desarrollado una norma global dedicada a numerosos aspectos de la programación de PLC's. El objetivo de esta norma es que los fabricantes de autómatas programables ofrezcan una gama de operaciones similares para la programación. Debido a esto el S7-200 ofrece dos juegos de operaciones: el juego de operaciones IEC que cumple la norma IEC 1131-3 y el juego de operaciones SIMATIC diseñado específicamente para el S7-200, ocupando completamente su potencialidad en aplicaciones complejas.

Estos juegos de operaciones, son visualizados en el entorno de STEP7 Micro/Win 32 con algunas de las representaciones siguientes:

**Lista de Instrucciones (AWL-SIMATIC).** Es la programación mediante código de instrucciones. (Juego de operaciones nemotécnicas)

**Esquema de Funciones (FUP-SIMATIC).** Es la representación utilizando Diagramas de Bloques de Función, también conocido como FBD para IEC.

**Esquema de contactos (KOP-SIMATIC).** Es la representación con símbolos eléctricos, tradicionalmente conocido como escalera o LD en la IEC.

El juego de operaciones SIMATIC<sup>20</sup>, al ser más completo y representándose en AWL contiene todas las operaciones básicas que brindan mayor eficiencia y versatilidad para tareas de programación complejas como comunicación.

---

<sup>20</sup> El juego de operaciones está disponible en el manual "Sistema de automatización S7-200"

Entre estas operaciones se destacan: operaciones con contactos, de comparación, con salidas, con temporizadores, contadores y reloj de tiempo real; operaciones aritméticas, para incrementar y decrementar, de transferencia, lógicas, lógicas de pila, conversión, de interrupción y comunicación y por último de control del programa

El control del programa de usuario, se lo realiza comúnmente utilizando las operaciones relacionadas con: subrutinas y saltos a una instrucción. También se utilizan interrupciones, que sirven además, para interactuar con las entradas físicas. La rutina de interrupción se ejecuta como respuesta a un evento interno (comunicación, temporización o contaje) o externo (flanco positivo, negativo) asociado.

### 2.4.3 SINÓPSIS DEL OP3 V2.05

El OP3 es un instrumento de presentación de texto, con el que se establece, la Interfaz entre el Operador y la línea de producción, en la implementación del proyecto.

#### 2.4.3.1 Características constitutivas del OP3

Está constituido por: un display de cristal líquido de 2 líneas por 20 caracteres, 18 teclas de membrana, dos pórticos de comunicación y un jack de alimentación Fig. 2.32.

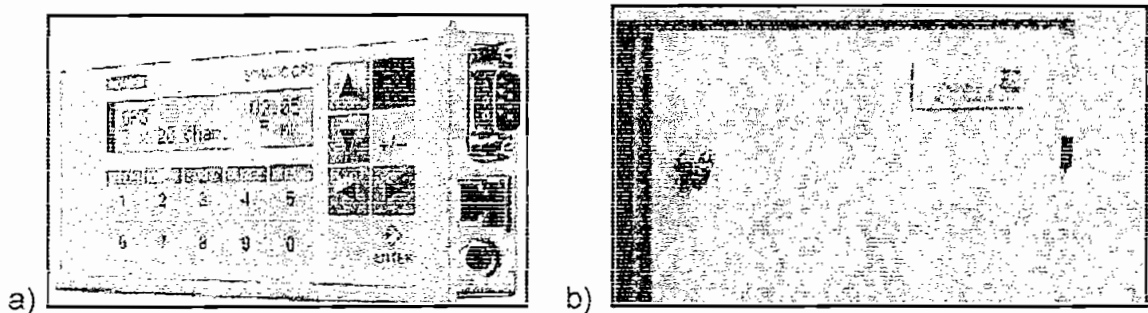


Figura 2.32. a) Panel Operador OP3 b) Ubicación

El teclado se divide en 3 partes: teclado numérico, teclado de sistema y teclado de función o soft (Entran en ejecución pulsando "SHIFT"+Fx). Fig. 2.33

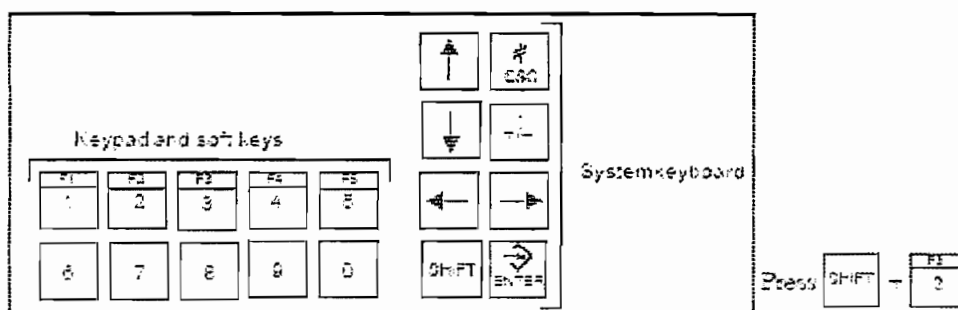


Figura 2.33. Teclado del panel operador

Este dispositivo asimismo consta de 3 memorias, una EPROM/RMOS para almacenar su sistema operativo, una Flash de 128 Kbytes para guardar el programa de usuario y una RAM para manejo de datos de usuario.

#### 2.4.3.2 Características generales de funcionamiento del OP3

Para arrancar este dispositivo, la alimentación se la realiza en dos posibles formas, pero no ambas al mismo tiempo. En su extremo derecho está disponible un jack para energizar mediante una fuente externa (24Vdc). Por otro lado, sin necesidad de tener alimentación en el conector antes descrito, el OP3 es energizado al acoplarse a otro dispositivo en una red, utilizando el cable de su pórtico DB9. Cuando se utiliza las dos formas, el panel no enciende.

Una vez conectada la alimentación al dispositivo, este realiza funciones de test y supervisión hasta arrancar, revisando el estado de cada una de las memorias soportadas. El usuario además tiene la posibilidad de realizar una prueba más detallada del teclado, pantalla, CPU y alimentación en forma opcional.

Permite el ingreso de datos alfanuméricos, la asignación de 5 teclas de función F1,....., F5 también conocidas como teclas soft, indicación de avisos de estado del proceso y avisos propios de este sistema, indicación de reloj, configuración mediante software desde un PC/PG, comunicación con PLC's de las series S7-200/300/400, protección con 10 niveles de contraseña y limitación de valores de entrada.

La operación general depende del uso adecuado del teclado, destacándose las teclas de función por la facilidad que brinda para delegar tareas específicas a cada tecla.

### 2.4.3.2.1 Tipos de Niveles de operación del OP3

En el OP3 existen independientemente dos niveles de operación, el nivel de imágenes y el nivel de avisos o mensajes.

#### Nivel de Imágenes

Una imagen (screen o pantalla) se puede comparar a una ventana de Windows, desde la cual se abren otras ventanas o se visualizan datos ocupando a conveniencia el espacio del display. Cada imagen diseñada, esta compuesta de máximo 20 entradas de imagen (screen entries), a las cuales se accede con el movimiento de los cursores Fig. 2.34.

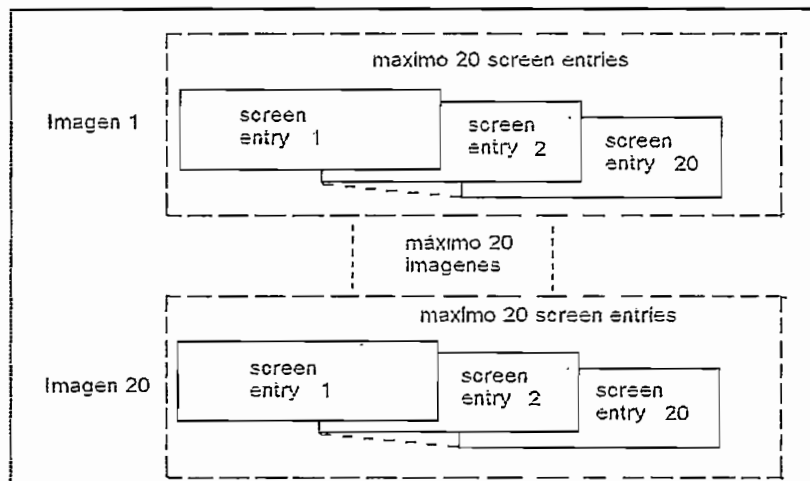


Figura 2.34 Imágenes y entradas de imágenes

Cada entrada de imagen, es presentada en el display y esta conformada por "texto estático", por "campos" y por las funciones de las teclas soft.

Entendiéndose el texto estático como los símbolos alfanuméricos fijos en una entrada de imagen, los campos son espacios de caracteres cuyo argumento o texto cambia, enviando/recibiendo indicaciones al/del proceso. Y las funciones de las teclas soft se entienden como órdenes proporcionadas por el operador para ser discernidas por el OP3 o el PLC.

#### Ramificación de imágenes

Cuando se utiliza varias imágenes, el programador puede elegir la forma de intercambiar la visualización entre ellas. Para esto se utiliza la jerarquía de imágenes o el directorio.

## Jerarquía

Implica tener un orden de acceso a las imágenes, así se tiene que al diseñar 3 imágenes, la número 1 es la inicial, seguida de la 2 y por último la 3. Cuando el OP3 arranca, por defecto aparece en el "Aviso de reposo", al pulsar la tecla ENTER, aparece la imagen inicial, desde esta la siguiente imagen mostrada depende de la programación, lo más usual es ocupar las teclas de función (F1,..., F5), con lo cual a medida que se vayan pulsando irán apareciendo las imágenes 2 y 3, cada una con sus respectivas entradas de imagen (E. I.) proyectadas. Fig. 2.35. Para retroceder de paso en paso se utiliza la tecla ESC, a no ser que el cambio de imágenes se lo haya hecho desde el PLC, con lo cual retornará a la última imagen donde se utilizó el teclado del OP hasta llegar al aviso de reposo. Este sistema puede retener hasta 20 imágenes anidadas.

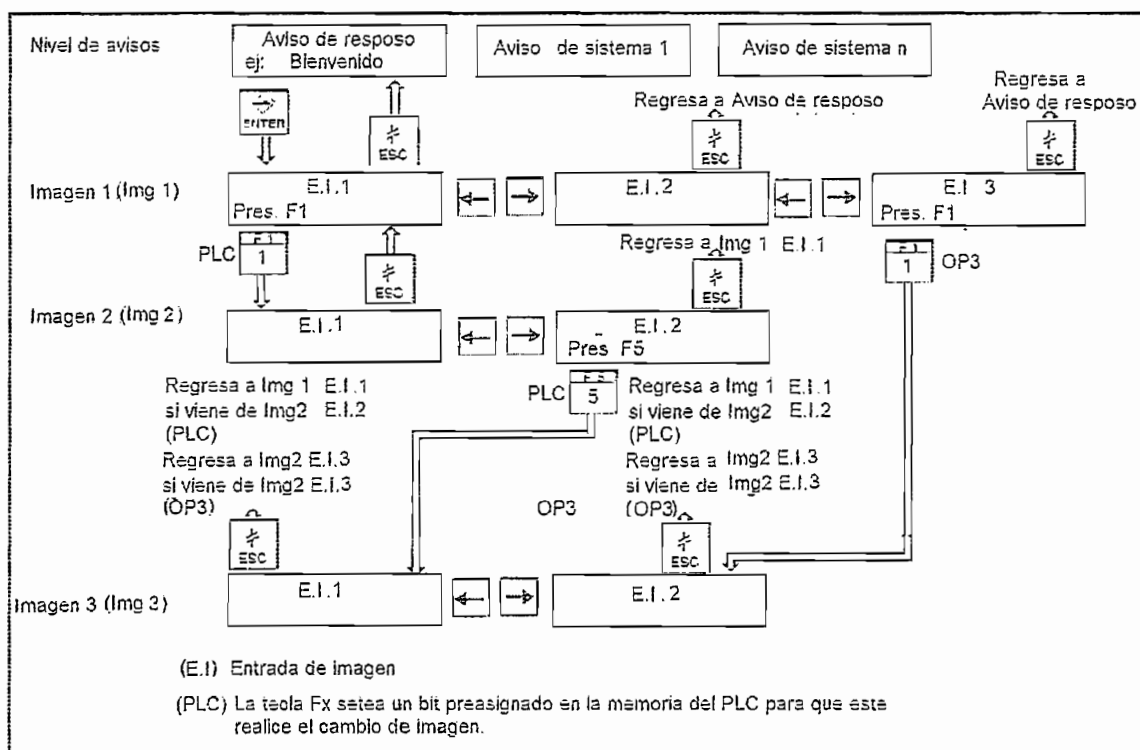


Figura 2.35 Diagrama de bloque del paso jerárquico de imágenes.

## Directorio

Ocupar un directorio o índice de imágenes es recurrir a una imagen inicial en donde están en forma de lista todos los nombres de las imágenes proyectadas. Utilizando los cursores se resalta una de ellas y se pulsa ENTER, con esto el display muestra la primera entrada de la imagen seleccionada. Para retornar al



directorio se utiliza la tecla ESC o se asigna a una tecla soft la función: "Selección índice de imágenes".

### **Nivel de Avisos**

Un aviso es un mensaje que aparece en el display indicando frases concernientes al proceso o al desempeño del OP3 en forma de interrupciones. Está relacionado con un determinado evento, que al producirse, interrumpe la presentación de las imágenes, saltando a mostrar el mensaje. Al producirse varios eventos a la vez, los avisos se van almacenando en una cola de espera mostrándose en la pantalla el que tenga mayor prioridad, hasta cuando sean atendidos de uno en uno por el operador, pulsando la tecla ENTER.

Se diferencia los avisos del sistema y los avisos de servicio o proceso:

Los avisos de sistema informan del estado del OP y sobre manejos erróneos o problemas en la comunicación inherentes al equipo.

Los avisos de servicio son activados por el PLC y contienen consejos, advertencias, indicaciones relativas al proceso. Son proyectados por el programador en el software de configuración del OP y deben ser activados por el programa de usuario del PLC. El primer aviso de servicio, es definido por fábrica y se lo denomina Aviso de reposo, aparece en el display cuando el OP terminó su arranque y marca el punto de partida para los avisos e imágenes. Como norma estándar de fabricación indica la versión (V 2.05), el tamaño del display (2\*20 caracteres), y la altura de los caracteres (5mm) Fig. 2.26, pudiéndose alterar su contenido en la configuración.

#### **2.4.3.3 Configuración del OP3**

El OP3 es configurado desde un PC o una PU, en el cual se ha instalado SIMATIC ProTool/Lite. Para esto se utiliza el cable suministrado con el equipo, conectado entre el puerto serie (DB9) del PC/PU y el conector RJ45 del OP.

Por otro lado, el panel operador tiene cuatro modos de servicio para su configuración: Online, Offline, Transferencia MPI y Transferencia serie. "Online" se usa para que el OP se comunique con el PLC, "Offline", para que no se comunique con ningún dispositivo conectado en sus puertos, "Transferencia MPI"

para introducir el OP en una red con S7-300 y "Transferencia serie" para conectarse un PU/PG utilizando el protocolo RS-232.

Además, en la fase de configuración se definen todos los parámetros que involucran conectar este dispositivo dentro de una red y el programa de usuario que incluye los niveles de operación y otras funciones específicas como: contraseñas y reloj.

## 2.4.4 EQUIPOS ADICIONALES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

### 2.4.4.1 Fuente LOGO! Power

Referencia: 6EP1 332-1SH41<sup>21</sup>

Entrada: monofásica AC

Tensión nominal  $U_e$  nom: 120-230V AC

Rango de tensión de entrada: 85 a 264V AC

Frecuencia de la red nominal: 50/60Hz; 47 a 63Hz

Limitación de la intensidad de conexión: < 30A

Fusible de entrada incorporado: interno

Salida: tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente

Tensión nominal  $U_a$  nom: 24V DC

Intensidad nominal  $I_a$  nom: 2.5A

Posibilidad de conexión en paralelo para aumenta la potencia: 2 unidades. Fig. 2.36.

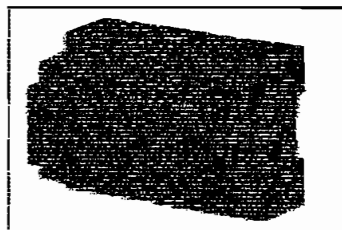


Figura 2.36 Fuente LOGO! Power

---

<sup>21</sup> Las características se encuentra en el anexo 2.6

#### 2.4.4.2 Sensor inductivo de proximidad

Sensor inductivo (Fig. 3.37 a) de proximidad para detectar las revoluciones de la cuchilla metálica y así contabilizar el número de planchas cortadas montado sobre la estructura metálica que sujeta al cabezal, cerca de la cuchilla Fig. 2.37 b).

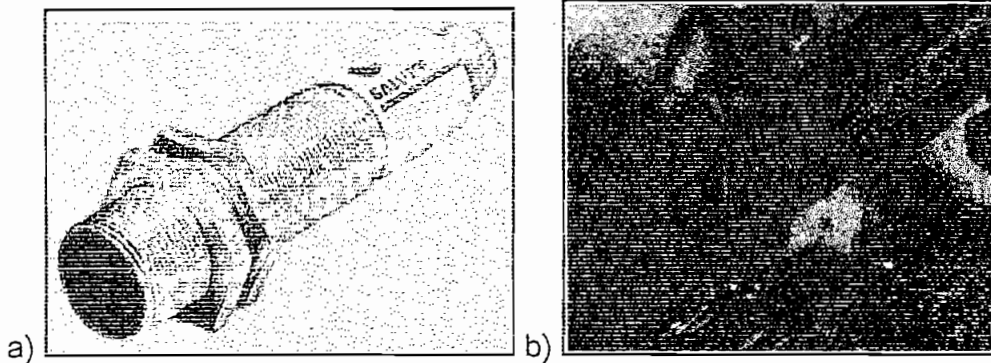


Figura 2.37 a) Sensor inductivo de proximidad b) ubicación

Salida tipo transistor tipo PNP, normalmente abierto<sup>22</sup>.

Voltaje de alimentación: 10-30Vdc.

Distancia de sensado (Sn): 5mm.

Diámetro: M18×1.

Largo: 83mm.

#### 2.4.4.3 Interruptor de posición

Sensor limit swchit para detectar el temple del cartón entre las máquinas corrugadora y cortadora, ubicado al final de la transportadora que acarrea el material hacia la cortadora Fig. 2.38.

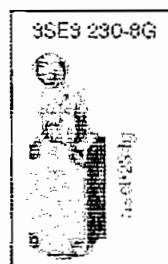
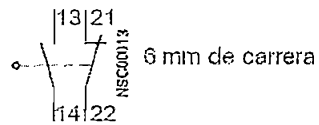


Figura 2.38 Interruptor de posición

<sup>22</sup> Las características se encuentran en el anexo 2.7

Posee dos contactos de acción instantánea.



El tipo de accionamiento es<sup>23</sup>:

Palanca de rodillo –. GW (Fig. 2.39).

Corriente alterna 40 a 60 Hz.

Corriente continúa.

Ue	Ie	Ue	Ie
V	A	V	A
24	10	24	10
125	10	48	6
230	6	110	4

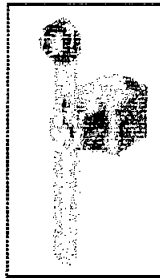


Figura 2. 39 Palanca de rodillo de longitud regulable

<sup>23</sup> Las características se encuentran en el anexo 2.8

## CAPÍTULO 3

# REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

### INTRODUCCIÓN

Como ya se describió en el capítulo anterior, el CPU 216 es capaz de manejar dos puentes de comunicación, utilizando protocolos independientes para cada uno. Se pueden establecer entonces, dos interfaces de comunicación simultáneas para efectuar el control de los convertidores de frecuencia y así cumplir con los objetivos del presente trabajo.

En el presente capítulo se describe la comunicación entre el OP3 y el PLC, como también la comunicación entre este último y los convertidores de frecuencia, dando a relucir el desarrollo del driver de comunicación que permite este cometido Fig. 3.1.

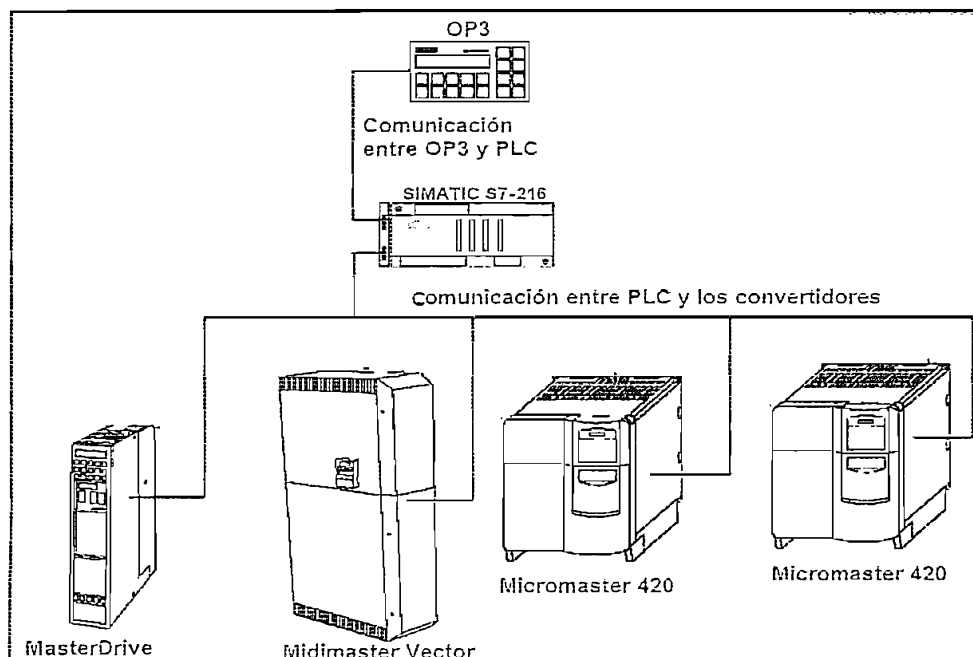


Figura 3.1 Comunicación el PLC, OP3 y los variadores.

### 3.1 COMUNICACIÓN OP3 – PLC

La comunicación entre el OP3 y el PLC S7-200 se lleva a cabo tras conectar el cable de comunicación provisto por el fabricante del panel, a la interfaz 1 del CPU 216. Fig. 3.2.



Figura 3.2 Red PLC OP3

Una vez conectados, se establece la comunicación tras configurar en cada equipo varios aspectos descritos a continuación, comenzando por una breve descripción del protocolo PPI.

#### 3.1.1 EL PROTOCOLO PPI PARA COMUNICAR EL OP3 CON EL PLC

El protocolo PPI (Point to Point Interfaz) se basa en la arquitectura del sistema OSI de las siete capas, implementándose en una red anillo con testigo "Token ring", conforme al estándar PROFIBUS descrito en la norma europea EN 50170, que permite la compatibilidad entre los dispositivos que la cumplen, aunque sean de distintos fabricantes y utiliza el estándar RS-485 con cables de par trenzado, razón por la que se permite interconectar hasta 32 dispositivos en un segmento de red. Cada segmento debe tener máximo una longitud de 1200m dependiendo de la velocidad de comunicación y del tipo de cable utilizado.

PPI es un protocolo asincrónico, cuyos caracteres consisten en: un bit de inicio, ocho bits de datos, un bit de paridad par y un bit de parada, que junto con las direcciones de estación fuente y destino, su longitud y la forma de realizar la suma de comprobación de integridad de datos, definen el telegrama o trama.

El protocolo traslada la información entre estaciones, las cuales son dispositivos inteligentes configurados como maestros o como esclavos. Un maestro es capaz de ejecutar peticiones al resto de estaciones en el bus. Un esclavo solo puede responder a las peticiones sin lanzar una por su cuenta.

En una red PPI el OP3 es una estación maestra por estándar de fábrica, así mismo el PLC S7-200 es predeterminado como una estación esclava. Con lo que se puede deducir que el OP3 es el encargado de establecer la comunicación con el PLC, tras un tiempo de actualización de los datos que estos intercambian, definido en 200ms.

Los datos transferidos guardan relación con ciertas áreas de la memoria de datos del PLC que deben ser preasignadas en este y establecidas en el OP3 bajo el seudónimo de puntero de área<sup>24</sup>, utilizando para ello los respectivos software de configuración de cada equipo.

### 3.1.2 MEMORIA DEL PLC PARA LA TRANSFERENCIA DE DATOS

Seguidamente se describen las áreas de memoria en el PLC que hacen operable la comunicación con el panel operador, diferenciando: las áreas de datos y las variables.

Entre las áreas de datos que se puede definir, se tiene: área para número de la imagen, área para el teclado del OP, área para interfaz y el área para avisos de servicio Fig. 3.3.

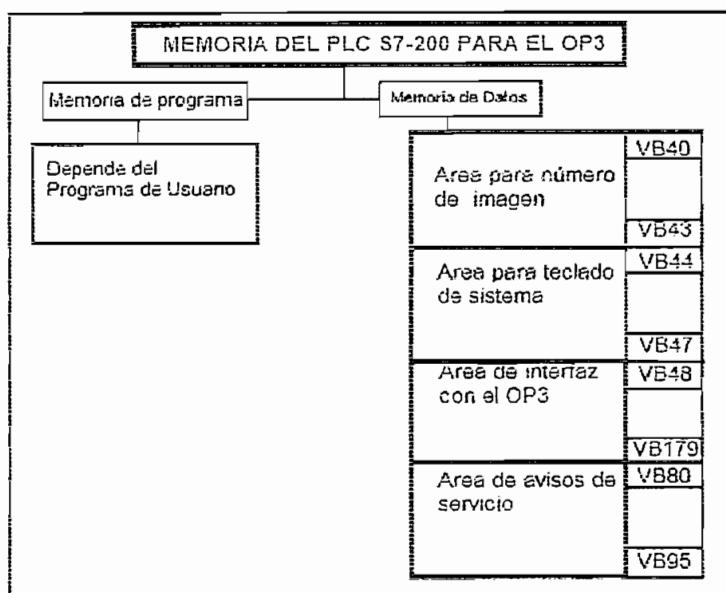


Figura 3.3 Memoria del PLC asignada para el OP3

<sup>24</sup> En el anexo 3.1 se encuentra una descripción del puntero de área en Protocol/lite.

### Área para número de la imagen

Se utiliza cuatro bytes que involucran dos palabras consecutivas (Fig. 3.4.) En la primera el OP deposita en formato hexadecimal, el número de la imagen y el número de la entrada de imagen que actualmente se está mostrando en el display. En la segunda palabra, el usuario ingresa la imagen, y la entrada de imagen, que desea se muestren en el display, de la siguiente forma: primero escribir 0000H en esta segunda palabra, esperar por lo menos un segundo y escribir la dirección de la imagen anhelada, el OP detecta el cambio y modifica la pantalla. Además se puede visualizar imágenes especiales<sup>25</sup> poniendo a uno el bit 7, del byte tres, e ingresando la dirección designada. Si este no está puesto (bit más significativo = 0) la imagen es entonces definida por el usuario.

2da palabra	Screen siguiente	Byte 3	Screen entry							Área para Número de la Screen
		Byte 2	Screen							
1ra palabra	Screen actual	Byte 1	Screen entry							
		Byte 0	Screen							
		Nro bit	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7

Figura 3.4 Área para número de la imagen

### Área para teclado del OP

Se utiliza 2 palabras consecutivas (Fig. 3.5.), en las cuales al accionar una tecla del OP, se pone a uno el bit correspondiente en el área de memoria del PLC. Este permanece en uno mientras se sostiene pulsada la tecla. En esta área, además se encuentra un bit colectivo (bc) que sirve como control, se pone a uno cada vez que se transfiere el área de teclado de sistema del OP al CPU.

2da palabra	Byte 4	0	1	2	3	4	5	6	7	Área para Teclado de Sistema
	Byte 3	8	9						bc	
1ra palabra	Byte 1				ESC			ENT		
	Byte 0				shift		+/-			
	Nro bit	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	

Figura 3.5 Área para teclado del sistema

<sup>25</sup> La asignación del número correspondiente a cada imagen especial se lista en el anexo 3.2.



## Área de avisos

Solamente para avisos de servicio. Se utiliza 64bytes que se pueden repartir en 4 secciones, de las cuales sirven efectivamente 32bytes, que representan 256 bits lo que implica tener disposición de 256 mensajes o avisos. En la figura a continuación se propone una sección de 8 palabras, 64 mensajes con su respectivo número de aviso.

Byte 15							.....	Av64	Área de Avisos de Servicio Sección 1
Byte 14									
Byte 13									
Byte 12									
Byte 11									
Byte 10									
Byte 9									
Byte 8									
Byte 7	Av25	.....	.....						
Byte 6									
Byte 5	Av17	Av18	Av19	Av20	Av21	Av22	Av23	Av24	
Byte 4									
Byte 3	Av9	Av10	Av11	Av12	Av13	Av14	Av15	Av16	
Byte 2									
Byte 1	Av 1	Av2	Av 3	Av4	Av5	Av6	Av7	Av8	
Byte 0									
Nro bit	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	

Figura 3.6 Área de avisos de servicios

Se puede definir para cada aviso un nivel de prioridad, de uno a cuatro siendo mayor el de prioridad 4. Cuando en el área se encuentran activos varios bits al mismo tiempo, el OP3 pone todos los avisos en una cola de espera hasta que sean atendidos uno a uno por el operador mostrándole inicialmente los que tengan mayor prioridad.

## Área de interfaz

Esta área es necesaria solamente cuando se evalúan o utilizan las siguientes funciones del PLC S7-200.

Ajustar la fecha y la hora entre S7-200 y OP3.

Identificar el acoplamiento entre S7-200 con el OP (PPI).

Reconocer el arranque del OP en el S7-200.

Se utiliza 16 palabras, de las cuales cada byte tiene asignaciones específicas de información<sup>26</sup>.

### Las variables

Las variables son espacios de memoria como bits, bytes, palabras, doble palabras en las distintas áreas del PLC (V, I, Q, M, T, C) que son afectadas directamente desde el OP, siendo el principal recurso para la transferencia de datos de control, numéricos y de visualización en muchas tareas que ejecuta el programa de usuario del PLC.

#### 3.1.3 MANIPULACIÓN DE VARIABLES EN EL OP3

Para el OP3 una variable se define dentro de un "campo", que consiste en espacios de caracteres designados para que aparezcan en ciertas regiones del display cuando se muestra una determinada entrada de imagen diseñada.

Los campos pueden ser: de entrada, de salida o entrada/salida. En un campo de entrada se permite introducir valores numéricos o alfanuméricos para la variable; en un campo de salida el OP muestra el valor de una variable en forma de números o texto. Y un campo de entrada/salida permite visualizar y cambiar el valor de una variable.<sup>27</sup> Con esto se consigue la interacción entre el operador y valores almacenados en la memoria del PLC directamente.

Además, en el OP3 las variables se configuran con un formato numérico propio, que puede ser: BOOL, BYTE, WORD, DWORD, INT, DINT, CHAR, STRING y determinan el formato de transmisión de los valores y el espacio que ocupan en memoria de datos del PLC.

Una variable booleana, está relacionada con un bit del PLC: I0.0, V1.0, M2.1, etc. Similarmente ocurre con las variables definidas como: BYTE, WORD Y DWORD cuyo formato permite manipular los datos utilizando código binario.

---

<sup>26</sup> La asignación de los bits del área de interfaz, está disponible en el anexo 3.3

<sup>27</sup> Más detalles acerca de la configuración del OP están disponibles en el anexo 3.1 y en la Ayuda de ProTool.

Una variable entera (INT) es una palabra en la memoria del PLC (VW100) se transmite con el OP en formato de un número entero, al igual que una doble entera, y ocupa dos palabras.

Las variables que tienen formato STRING o CHAR transmiten únicamente caracteres alfanuméricos unidos en forma de cadenas para el OP y se expresan manteniendo este formato en el PLC.

Además, si una variable se representa como Texto en el OP, estará asociada a una lista enumerada de enunciados que acorde con el valor que tome la variable, se desplegará la correspondiente frase en el display del OP, por ejemplo: si se utiliza una variable booleana definida en I0.0, y asociada a una lista con enunciados: "Arranque" y "Paro". En función del estado de la entrada del PLC (1 o 0 lógico), se visualizará Arranque (cuando este en 1) o Paro (cuando este en 0) en la pantalla, permitiendo una mejor descripción y facilidad de entendimiento para el operador que manipula el OP3.

### 3.1.4 CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN EN RED DEL OP3 CON UN PLC S7-200

En una red PPI, se pueden introducir más de dos S7-200's y máximo 2 OP's Fig. 3.7.

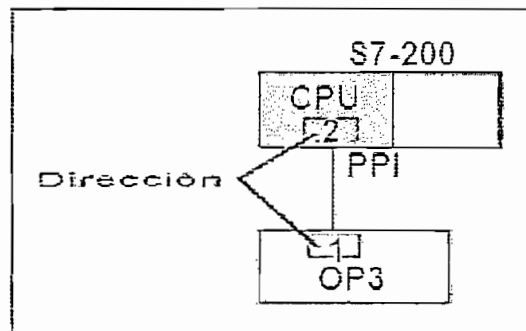


Figura 3.7 Red PLC OP y sus direcciones

Debiéndose definir para cada equipo en la red los parámetros siguientes:

**Dirección de estación.** Para el PLC es predefinido 2 y para el OP 1, no siendo obligatorio mantener este estándar de fabricación.

**Interfaz.** Se refiere al pÓrtico utilizado por cada equipo. En el PLC S7-200-216 pueden ser 1 y/o 2. Para el OP la interfaz del puerto RS-485 se la denomina IF-1A, siendo este el Único disponible para incluirlo en red.

**La velocidad de transmisi3n.** En el OP solamente son posibles las velocidades 9600 o 19200 bits/s. Debe estar acorde con las velocidades permitidas por los otros dispositivos, es predeterminada de fÁbrica la primera.

Para el PLC, el OP3 funciona como un periférico "plug and play", pues si se mantiene la configuraci3n estÁndar de fÁbrica para estos equipos, el primero es esclavo y el siguiente es maestro. Conservando las direcciones de estaci3n y la velocidad de transmisi3n, solamente se requiere conectar los equipos una vez cargados sus programas de usuario respectivos y comprobar el funcionamiento del sistema.

Por Último se debe recordar que la configuraci3n de los parÁmetros para los S7-200's se la ejecuta desde una PC/PU con el Step 7 – MicroWin, y para los OP3 desde SIMATIC ProTool/lite.

### **3.2 COMUNICACI3N PLC – CONVERTIDORES DE FRECUENCIA**

Para establecer un alto nivel de control desde el PLC S7-200 y los drives SIMOVERT, es necesario tener un nexo de comunicaci3n mediante un sistema de transmisi3n de la informaci3n, que se lo implementa a partir del protocolo USS (Universal Serial Interfase).

En este cometido, el fabricante del PLC y los drives, dispone para los consumidores, librerías de comunicaci3n cuya aplicaci3n es limitada por sus diferentes versiones, que guardan relaci3n con la tecnología adherida a los equipos en el momento de su aparici3n.

Esto implica un problema para el proyecto. Que dispone de equipos de dos generaciones consecutivas, como se describe a continuaci3n:

Existen dos versiones de librerías para el manejo del protocolo USS, la versi3n antigua 1.0 y la versi3n nueva 2.0. La versi3n 1.0 soporta s3lo los accionamientos MicroMaster 3 (MM3) de Siemens. La versi3n 2.0 soporta los accionamientos MicroMaster 3 (MM3) y 4 (MM4) de Siemens.

Todas las CPU's de la gama 22x (221, 222, 224, 226 y 226XM) soportan la nueva librería 2.0 instalada con la versión 3.2 de STEP 7-Micro/WIN 32. Las CPU's 21x no soportan esta librería.

En ningún caso se puede cargar las dos librerías USS en un mismo CPU.

En el presente proyecto se cuenta con accionamientos MM3 (MicroMaster Vector y MidiMaster) y MM4 (MicroMaster 420 y MasterDrive), y solo la nueva librería maneja los dos tipos de accionamientos pero en las CPU 22X. Como se dispone de una CPU 216, no se puede instalar en ésta, la nueva librería, sino solo la antigua que maneja los accionamientos MM3.

Dadas estas condiciones y acrecentado por la disposición de los dueños de mantener sus equipos, la mejor solución es utilizar el driver USS universal, que requiere para comprender su funcionamiento, realizar un análisis inicial de ciertos conceptos generales del Protocolo USS.

### **3.2.1 BASES DEL PROTOCOLO USS PARA COMUNICAR EL PLC CON LOS DRIVES**

En el protocolo USS, el método de acceso al medio es Maestro – Esclavo, conducida en modo “half-duplex” con un sistema de único maestro y una capacidad máxima de 32 nodos, para la comunicación vía bus serial.

Se caracteriza por tener una conexión multipunto basado en el estándar RS-485 y una estructura de la trama simple, confiable y fácil de implementar, que concuerda con los caracteres UART.

Siempre se designa al PLC como maestro y a los convertidores como esclavos.

Los esclavos son direccionados individualmente por el maestro, además estos jamás pueden tomar la iniciativa para transmitir y no es posible un intercambio directo de mensajes entre esclavos.

Por cada transmisión desde el maestro hacia el esclavo, siempre se recibirá una recepción desde el esclavo hacia el maestro; a no ser que el maestro, se comunique con todos los esclavos a la vez, en cuyo caso no se espera una respuesta de estos.

### 3.2.1.1 Estructura de la trama

La trama del protocolo, se encuentra formada por los caracteres STX, LAE, ADR, los datos de red (variable con un máximo de 16 bytes) y BCC, como se muestra en la figura 3.8.

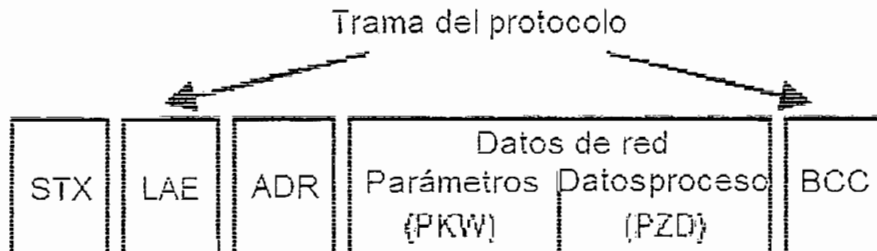


Figura 3.8 Estructura del telegrama

La trama comienza con un carácter de inicio tipo ASCII, llamado STX (Star of text), igual a 02 en hex.

Seguido por 1 byte llamado LAE (frame length), que contiene la longitud de la trama en binario y es calculada como:

$$\text{LAE} = \text{Longitud de ADR} + \text{longitud de datos de red} + \text{longitud de BCC}$$

El ADR (Address byte) lleva la dirección del esclavo en binario y está constituido por 1 byte que contiene un valor entre 1 y 31.

Los datos de red tienen como cometido, almacenar en máximo 16 bytes de una manera temporal la información de transmisión o recepción, estos están formados por las áreas PKW (Parameter ID value) para comunicar los parámetros de los convertidores y PZD (Process data) para los datos del proceso que comprende órdenes de control y consigna de los drives.

Se completa la trama con un carácter BCC (Block Check Character) formado por 1 byte que sirve para la detección de errores. (Como calcula simplificadamente)

### 3.2.1.2 Estructura de los Datos de red

El área PKW contiene los identificadores necesarios, para que el maestro acceda a los parámetros del esclavo con el fin de leer y escribir sus valores. Cuando el maestro envía estos a cada esclavo, responden indicando los cambios realizados en forma de reportes.

El área PZD contiene las órdenes de control y consigna. Cuando estas son enviadas por el maestro, el esclavo responde indicando su estado y el valor actual de consigna. Las áreas PKW y PZD tienen la siguiente estructura: (Fig. 3.9)

Area PKW			Area PZD		
PKE	IND	PKW	PZD1	.....	PZD16
Longitud variable			Longitud variable		

Figura 3.9 Estructura de datos de red

### 3.2.1.2.1 Área PKW

Esta área sirve para lectura y escritura del valor de los parámetros de los convertidores. PKW esta conformada por varias palabras distribuidas en tres partes que son: PKE (Parameter ID), IND (Indexación) y PWE (Parameter value).

#### PKE, ID del Parámetro, Primera palabra

Comprende la primera palabra del PKW, posee 16 bits que se los divide en tres partes: AK (Task- and response ID), SPM (Parameter change report), PNU (Parameter No). Fig. 3.10.

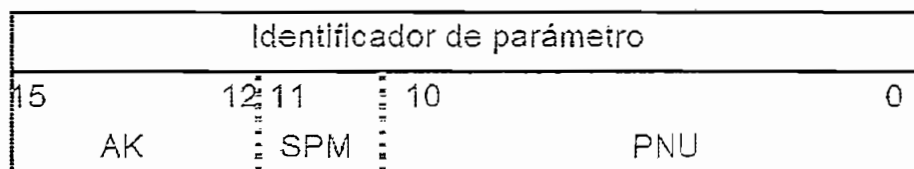


Figura 3.10 Estructura del PKE

#### AK: Task ID o Reply ID

Con los últimos cuatro bits del PKE, se define la tarea (task ID) a realizar en los parámetros del convertidor, a su vez este responde en los mismos bits si la tarea es o no cumplida (reply ID). En el anexo 3.4.1, se muestra el número de la tarea y su significado, los mismos que son enviados desde el maestro al esclavo.

Por cada task ID se obtiene un reply ID, que es enviado desde el esclavo al maestro. En el anexo 3.4.2 se encuentra la descripción de esta concordancia y las asignaciones al Reply<sup>28</sup>.

**SPM: “Toggle bit” para procesamiento del reporte del cambio de parámetro**

Es el bit 11 del área de PKE que reporta el cambio de parámetro y es enviado desde el esclavo hacia el maestro, con excepción de los MASTERDRIVE's que no soportan el reporte de cambio de parámetro.

**PNU: Número de parámetro**

Con los primeros 11 bits del PKE más el bit 15 (usualmente en 0) del IND se identifica el número de parámetro utilizando nomenclatura hexadecimal.

**IND, Índice del parámetro, 2da palabra**

La segunda palabra del PKW (IND) transmite el número del Índice del parámetro a ser afectado, en el caso de parámetros indexados. Fig. 3.11.

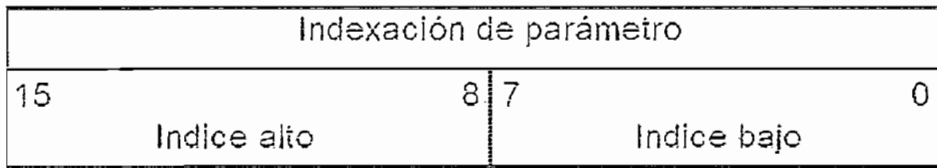


Figura 3.11 IND

En la parte baja del Índice (bit 0 hasta 7), se escribe el número del índice que va a ser afectado, del parámetro descrito en el PKE. Como regla general desde el bit 8 hasta el 14, todos deben ser igual a cero 0.

**PWE, Valor del Parámetro, 3ra o 3ra y 4ta palabras**

Contempla una o dos palabras (16 o 32 bit's), que representan la tercera o tercera y cuarta palabras respectivamente del PKW.

Aquí se coloca el valor del parámetro correspondiente al número de parámetro establecido en el PKE y que es afectado en el variador.

<sup>28</sup> En el anexo 3.4.3 se muestra el número de error cuando la tarea no puede ser cumplida.



Cuando se ingresa un número de índice en IND, estos bit's se designan para colocar el valor del índice especificado Fig. 3.12.

Valor del parámetro	
Primera palabra (High)	Segunda palabra (Low)
PWE1	PWE2

Figura 3.12 Estructura de PWE si se tiene 2 palabras

El PWE define la longitud de todo el PKW, de la siguiente forma: Si el valor del parámetro es descrito con 16 bits, solo es necesario una palabra para el PWE, quedando PKW con 3 palabras. Si el valor del parámetro se describe con 32 bits, es necesario dos palabras para el PWE: PWE1 y PWE2, obteniendo el PKW con 4 palabras. Cuando no se conoce a ciencia cierta la longitud del valor del parámetro, se establece el PKW como variable.

#### 3.2.1.2.2 Área PZD

El área de PZD tiene como función intercambiar continuamente los datos del proceso definiéndose como palabra(s) de control y palabra(s) de "set point(s)" los PZD's enviados desde el maestro hacia el esclavo y como palabra(s) de estado(s) y valor(es) actual(es) los PZD's que responde el esclavo hacia el maestro.

La longitud del área PZD se determina por el número de elementos PZD (cada uno es una palabra).

Si solo se necesita transmitir datos PKW en cada telegrama el número de elementos de PZD es cero y viceversa, si solo se necesita transmitir PZD's, en número de PKW's es cero.

En las subsecuentes áreas de datos del proceso PZD3 hasta PZD16, se envían "setpoints" y valores actuales adicionales. Fig. 3.13. y 3.14.

PZD1	PZD2/PZD3	PZD4	PZD5.....PZD16
Palabra de control 1	Setpoint de 32 bits/16bits	Setpoint/ Palabra de control 2	Setpoints

Figura 3.13 Estructura del área PZD. Transmisión

PZD1	PZD2/PZD3	PZD4	PZD5.....PZD16
Palabra de estado 1	Valor actual principal	Valor actual/ palabra estado 2	Valor actual

Figura 3.14 Estructura del área PZD. Recepción

La asignación de cada bit de las palabras de control y de estado para cada una de las familias de variadores de velocidad, difieren entre MasterDrive, MM3 y MM4<sup>29</sup>.

### 3.2.2 DESARROLLO DEL DRIVER DEL PROTOCOLO USS

El Driver USS<sup>30</sup> consiste en 2 subrutinas y 7 interrupciones en la memoria de programa del PLC S7-200; que funcionan a su vez utilizando tres áreas definidas en la memoria de datos del PLC y se las denomina: rango de parámetros del driver, área de datos de red y área de datos de sistema del driver. (Fig. 3.15.)

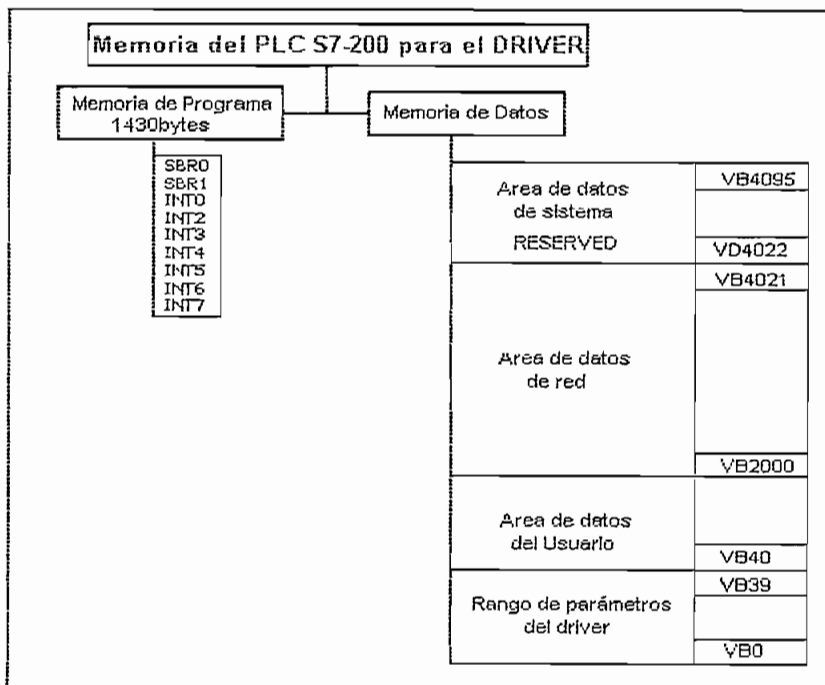


Figura 3.15 Asignación de la memoria de datos para el drive

<sup>29</sup> Las tablas correspondientes se encuentran disponibles en el anexo 3.5.

<sup>30</sup> El presente Driver es implementado a partir del Manual de usuario del "Driver for SIMATIC S7-200 Net Data Transfer with SIMOREG and SIMOVERT Drives via the USS® Protocol"

El driver solamente provee la trama de trabajo (framework) del protocolo. La observancia de la estructura de los datos de red depende del programa de usuario implementado.

Para las funciones de programación, la interfaz de la CPU debe encontrarse en modo "TERM" y en la posición "RUN" para habilitar la interfaz como USS e inicializar y poner en ejecución el Driver.

El programa de usuario se encarga de manipular el modo de transferencia (cíclica o "broadcast") y los datos de red, acorde con las necesidades de comunicación con los drives. Por tanto, a continuación se describe como trabaja el driver:

### 3.2.2.1 Inicialización (Rango de parámetros del driver)

En el primer ciclo de programa de la CPU, el driver toma los datos dispuestos en el Rango de parámetros y define el Área de datos de red (buffers de transmisión y recepción) y los tiempos de transmisión, realizando cálculos y cargando la información necesaria para el desempeño del driver en el Área de sistema.

El usuario debe ingresar los siguientes parámetros básicos del driver en el rango de parámetros: Número de esclavos (VB0), longitud del "buffer" de transmisión (SLAE) de cada esclavo (VB1,....., VB31), longitud del "buffer" de transmisión (SLAE) de la trama de "broadcast" (VB32), ciclo de transmisión (VW34) y la dirección inicial de los buffers de transmisión y recepción (VD36). Si el número de esclavos es puesto a "0" cero, solamente es creado el "buffer" de "broadcast".

Para asegurar el intercambio de la trama, el ciclo de transmisión debe ser mayor o igual a 100ms (VW34  $\geq$  20). En la tabla siguiente se describe mejor la ubicación de estos datos en el área de memoria del PLC tabla 3.1:

BYTE	SIGNIFICADO	VALOR
VB0	Numero de esclavos	0 a 31
VB1	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 1 con ADR=1	4 a 20
VB2	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 2 con ADR=2	4 a 20
VB3	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 3 con ADR=3	4 a 20
VB4	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 4 con ADR=4	4 a 20
Los BYTE, Números de esclavos y Valor se repiten de la misma forma desde VB5 hasta VB30		
VB30	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 30 con ADR=30	4 a 20
VB31	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo, 31 con ADR=31	4 a 20

Continúa.....

..... Viene

VB32	(SLAE) Largo total de la trama [byte] esclavo con ADR=32	4 a 20
VB33	No usado	-----
VW34	Transmisión cíclica *5ms	0 a 65535 recomendado 20
VD36	Dirección inicial de envío/recepción del buffer	40 a 4021-no of slave *44+22

Tabla 3.1 Parámetros del driver

**importante:** Cada cierto tiempo uno o más parámetros son cambiados en el rango de parámetros, el PLC debe ser reiniciado para causar una re-inicialización.

### 3.2.2.2 Modo de transmisión cíclica y “broadcast” (Área de datos de red)

Una vez inicializado el driver, este dispone de dos modos de transferencia: La función de transmisión cíclica y la función de “broadcast”, que son seleccionados por el programa de usuario durante su ejecución.

#### Modo de transmisión cíclica

Es habilitado colocando la marca M1.0 en 1 y borrando M1.1 (deshabilitar el “broadcast”), siempre que el número de esclavos sea mayor a cero.

Consiste en el intercambio continuo de tramas entre el master y cada uno de los esclavos de la siguiente manera: El master direcciona todos los nodos de los esclavos uno después de otro con una “request frame” (petición) y a su vez estos responden cada transmisión con una “response frame” como se muestra en la figura 3.16.

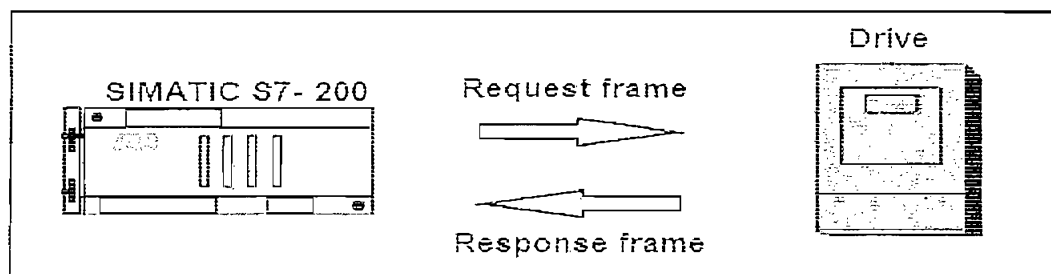


Figura 3.16 “Request frame” y “Response frame” entre PLC y variador

En secuencia cronológica inicia con el esclavo con dirección 1. Cuando ha procesado el último drive automáticamente procesa el primero, otra vez Fig. 3.17.

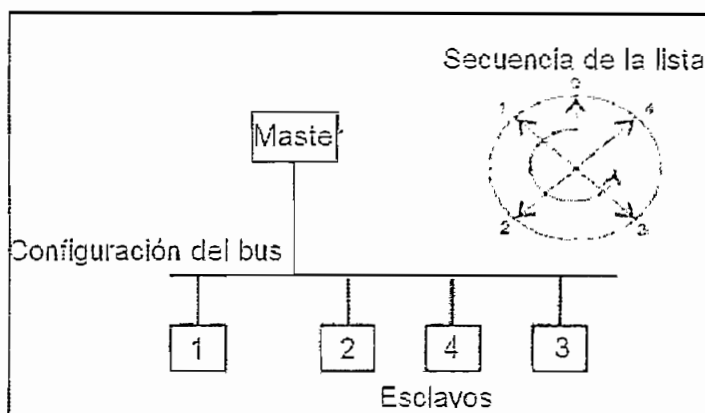


Figura 3.17 Configuración del bus y la secuencia de la lista

El intercambio de la trama cíclica es asegurado por el Master, con una petición a un esclavo activa cada instante.

La "response frame" desde el esclavo debe devolverse completa antes del "timeout" de la trama (VW4066), de lo contrario, el master ingresa un error en los bytes de estado (status bytes) del correspondiente esclavo y direcciona el próximo nodo.

En cada "request frame" el master envía los datos del "buffer" de transmisión propios de cada drive, los que devuelven en la misma la información que se almacena en los buffers de recepción asignados a cada uno en el PLC.

Los datos recibidos son primeramente recolectados por el driver en un "buffer" de recepción base hasta que la trama es recibida completamente. Si no se encuentra que la trama contiene errores, los datos son transferidos al "buffer" de recepción del esclavo actualmente procesado.

Los buffers de transmisión/recepción para cada uno de los esclavos son guardados comenzando en VB2000 y su longitud quedará definida con el número de esclavos, destinando 44bytes por cada esclavo (desde VB2000 hasta VB2175 con 4 esclavos) repartidos de la siguiente manera: 1 byte para SLAE, 20 bytes para el "buffer" de transmisión, 20 bytes para el "buffer" de recepción, 2 bytes de estado y 1 byte no usado.

Para establecer este modo el driver utiliza la información contenida en el área de datos de red para transmisión cíclica, que es configurada continua en la memoria del PLC, como muestran la tabla siguiente:

Esclavo 1			Esclavo 2			
Buffer de Recepción	VB2043	No usado	Buffer de Recepción	VB2087	No usado	
	VB2042	Byte de estado 2		VB2086	Byte de estado 2	
	VB2041	Byte de estado 1		VB2085	Byte de estado 1	
	VB2040	BCC		VB2084	BCC	
	VB2039			VB2083		
	VB2038			VB2082		
	VB2037			VB2081		
	VB2036			VB2080		
	VB2035			VB2079		
	VB2034			VB2078		
	VB2033	PZD2 Valor actual		PZD	VB2077	PZD2 Valor actual
	VB2032				VB2076	
	VB2031	PZD1 Palab Estad			VB2075	PZD1 Palab Estad
	VB2030			PKW	VB2074	
	VB2029	PWE1			VB2073	PWE1
	VB2028				VB2072	
	VB2027	IND			VB2071	IND
VB2026		VB2070				
VB2025	PKE	PKE	VB2069	PKE		
VB2024			VB2068			
VB2023	ADR	VB2067	ADR			
VB2022	LAE	VB2066	LAE			
VB2021	STX	VB2065	STX			
VB2020	BCC	VB2064	BCC			
VB2019		VB2063				
VB2018		VB2062				
VB2017		VB2061				
Buffer de Transmisión	VB2016		Buffer de Transmisión	VB2060		
	VB2015			VB2059		
	VB2014			VB2058		
	VB2013	PZD2 SetPoint		PZD	VB2057	PZD2 SetPoint
	VB2012				VB2056	
	VB2011	PZD1 Palab Cont			VB2055	PZD1 Palab Cont
	VB2010			PKW	VB2054	
	VB2009	PWE1			VB2053	PWE1
	VB2008				VB2052	
	VB2007	IND			VB2051	IND
VB2006		VB2050				
VB2005	PKE	PKE	VB2049	PKE		
VB2004			VB2048			
VB2003	ADR	VB2047	ADR			
VB2002	LAE	VB2046	LAE			
VB2001	STX	VB2045	STX			
Direcc.inicial	VB2000	SLAE	Direcc.inicial	VB2044	SLAE	

Esclavo 3			Esclavo 4			
	VB2131	No usado		VB2175	No usado	
	VB2130	Byte de estado 2		VB2174	Byte de estado 2	
	VB2129	Byte de estado 1		VB2173	Byte de estado 1	
	VB2128	BCC		VB2172	BCC	
	VB2127			VB2171		
	VB2126			VB2170		
	VB2125			VB2169		
	VB2124			VB2168		
	VB2123			VB2167		
Buffer de Recepción	VB2122		Buffer de Recepción	VB2166		
	VB2121	PZD2 Valor actual		PZD	VB2165	PZD2 Valor actual
	VB2120				VB2164	
	VB2119	PZD1 Palab Estad		PKW	VB2163	PZD1 Palab Estad
	VB2118				VB2162	
	VB2117	PWE1		PKW	VB2161	PWE1
VB2116	VB2160					
VB2115	IND	PKW	VB2159	IND		
VB2114			VB2158			
VB2113	PKE	PKW	VB2157	PKE		
VB2112			VB2156			
	VB2111	ADR		VB2155	ADR	
	VB2110	LAE		VB2154	LAE	
	VB2109	STX		VB2153	STX	
	VB2108	BCC		VB2152	BCC	
	VB2107			VB2151		
	VB2106			VB2150		
	VB2105			VB2149		
	VB2104			VB2148		
Buffer de Transmisión	VB2103		Buffer de Transmisión	VB2147		
	VB2102			VB2146		
	VB2101	PZD2 SetPoint		PZD	VB2145	PZD2 SetPoint
	VB2100				VB2144	
	VB2099	PZD1 Palab Cont		PKW	VB2143	PZD1 Palab Cont
	VB2098				VB2142	
VB2097	PWE1	PKW	VB2141	PWE1		
VB2096			VB2140			
VB2095	IND	PKW	VB2139	IND		
VB2094			VB2138			
VB2093	PKE	PKW	VB2137	PKE		
VB2092			VB2136			
	VB2091	ADR		VB2135	ADR	
	VB2090	LAE		VB2134	LAE	
	VB2089	STX		VB2133	STX	
Direcc.inicial	VB2088	SLAE	Direcc.inicial	VB2132	SLAE	

Tabla 3.2 "Buffer's" de transmisión y recepción

Los primeros tres bytes del "buffer" de transmisión (STX, LAE, ADR) son preasignados con los valores parametrizados desde el rango de parametrización y están acorde con lo tratado en la Estructura de la trama del protocolo USS. Considerando que la dirección del esclavo no puede ser asignada aleatoriamente por el usuario, sino, el driver automáticamente asigna la dirección 1 al esclavo 1, dirección 2 al esclavo 2, etc.

Los datos de transmisión deben ser ingresados por el programa del usuario al driver en el "buffer" de transmisión asociado para cada drive separadamente. El driver no afecta el contenido de los buffers de transmisión/recepción y no responde tampoco a este contenido. Esto es responsabilidad únicamente del programa de usuario. Durante y después de la recepción, dos bytes de estado tienen valores asignados para permitir el diagnóstico de los errores de transmisión. Estos bytes de estado están localizados después de cada "buffer" de recepción y pueden contener los siguientes valores:

#### **Estado de comunicación (byte de estado 1)**

Bit0	"Transmisión en progreso" Comunicación con el drive asignado a este "buffer" de recepción está activa
Bit1	"Error de transferencia" Indica que ha ocurrido un error en la comunicación. Si este bit está en uno, el número del error está en el byte de estado 2.

#### **Error número (byte de estado 2)**

0	Sin error
1	Frame timeout
2	Reconocimiento timeout
3	Error recibiendo STX
4	Error recibiendo LAE
5	Error recibiendo ADR
6	Error recibiendo datos de red



### Modo de transmisión "broadcast"

Adicionalmente a la transmisión y recepción cíclica, el driver también soporta una función de BROADCAST (Transmisión para todos los nodos) como está definido en las especificaciones del protocolo USS.

Se habilita poniendo a uno el bit M1.1. Si el driver está en modo "broadcast", la transmisión cíclica no está activa. Si la marca para la transmisión cíclica aún sigue en uno no afecta al "broadcasting" porque tiene prioridad. Sin embargo, una transmisión cíclica que ya haya empezado, es completada antes de cambiar al modo "broadcast". Si se desea regresar al modo cíclico, el usuario debe borrar la bandera (M1.1=0) y habilitar la transmisión cíclica nuevamente (M1.0=1). Cualquier mensaje de "broadcast", es concluido.

Los datos encontrados en el "buffer" de transmisión de "broadcast" son transmitidos cíclicamente cada cierto tiempo (valor almacenado en VW34). Sin embargo, a diferencia de la transmisión en modo cíclico, no se espera una "response frame" proveniente del drive. Se requieren 22bytes del área de datos de red, después de los buffers de transmisión/recepción cíclicos tabla 3.3.

	VB2198	Byte de estado 2	
	VB2197	Byte de estado 1	
	VB2196	BCC	
	VB2195		
	.....		
	VB2190		
Buffer de Transmisión	VB2189	PZD2 Valor actual	PZD
	VB2188		
	VB2187	PZD1 Palab Estad	
	VB2186		
	VB2185	PWE1	PKW
	VB2184		
	VB2183	IND	
	VB2182		
	VB2181	PKE	
	VB2180		
	VB2179	ADR	
	VB2178	LAE	
	VB2177	STX	
Direcc.inicial	VB2176	SLAE	

Tabla 3.3 "Buffer" transmisión "Broadcast"

### 3.2.2.3 Banderas de estado para el Usuario (Área de sistema del driver)

Los datos que se encuentran almacenados en el área de datos de red para transmisión cíclica son transmitidos al convertidor cíclicamente. Durante la transferencia de datos al drive, el bit V4075.0 (transmisión en progreso) es puesto a uno. Mientras tanto el programa de usuario no deberá escribir en los buffers de transmisión, caso contrario los datos transmitidos pueden corromperse. Con la transmisión completa de la trama (V4075.1), se inicia su tiempo de monitoreo y un tiempo de retraso de reconocimiento. La transición al siguiente drive se da únicamente cuando la "response frame" ha sido recibida o uno de los dos tiempos se ha acabado.

Mientras se encuentra transmitiendo en modo "broadcast", los bits de estado V4075.0 (transmisión en progreso) y V4075.2 ("broadcasting" en progreso) están en uno. Al final de la trama de "broadcast", ambos bit se ponen a cero nuevamente.

En el área de datos del sistema<sup>31</sup>, encontramos los bits de estado de comunicación en VB4075, que son banderas que sirven al usuario para el diagnóstico y control del programa principal. Haciendo un resumen se tiene:

Bits de estado en VB4075:

- V4075.0 "Transmisión en progreso" Indica si una comunicación con un drive está activa (aplica a la transmisión cíclica o de "broadcasting") Si este bit está en uno, el usuario no debe escribir en el "buffer" de transmisión.
- V4075.1 La transmisión del telegrama esta completa.
- V4075.2 Transmisión "broadcast" está en progreso y tiene que ser evaluadas por el usuario.
- V4075.3 Uso interno del driver, indican un error en la interrupción 3, 4, 5.

Los demás bits no son utilizados.

---

<sup>31</sup> En el anexo 3.6 se encuentra detalladamente la ubicación de la memoria del PLC del área de sistema del driver USS.

### 3.2.2.4 Plataforma software para el driver

En la memoria de programa del PLC S7-200, se ubican dos subrutinas y siete interrupciones que ocupan 1430 bytes y deben mantener su independencia del programa de usuario principal, sin la posibilidad de ser afectadas por el usuario<sup>32</sup>.

SBR0 : Subrutina de Inicialización, configuración de la interfaz.

SBR1 : Subrutina correspondiente al bloqueo de la comunicación. (En modo TERM)

INT0 : Interrupción de tiempo para el ciclo de transmisión.

INT1 : Interrupción de tiempo para el ciclo de transmisión.

INT2 : Interrupción para la transmisión completa de la trama.

INT3 : Interrupción al recibir el 1er carácter STX (02)

INT4 : Interrupción al recibir el 2do carácter LAE ( $2 \leq LAE \leq 18$ )

INT5 : Interrupción al recibir el 3er carácter ADR ( $1 \leq ADR \leq 31$ )

INT6 : Interrupción al recibir desde el 4to carácter hasta el enésimo.

INT7 : Interrupción al recibir los caracteres que arriban tras el "timeout" de la trama (borrado del "buffer" de recepción)

Seguidamente se proporciona el diagrama de flujo correspondiente a la plataforma software del driver USS. Aclarando que es estructurado en función de la lógica de funcionamiento suministrada por el fabricante.

#### Programa principal

En el programa principal se verifica el estado del selector del PLC RUN o TERM, Si esta en RUN se comprueba cambios en el selector detectando flanco positivo, si no se ha alternado, y ya se ejecuto el primer ciclo de programa salta directamente al programa de usuario. En caso contrario se ejecuta el primer ciclo de programa en el que se inicializa, configura la interfaz y ejecuta el programa de usuario.

---

<sup>32</sup> En el anexo 3.7 esta disponible el Código en AWL del Driver USS provisto por el fabricante.

Si esta en TERM se bloquea la comunicación USS y ejecuta el programa de usuario Diagrama de flujo. 3.1.

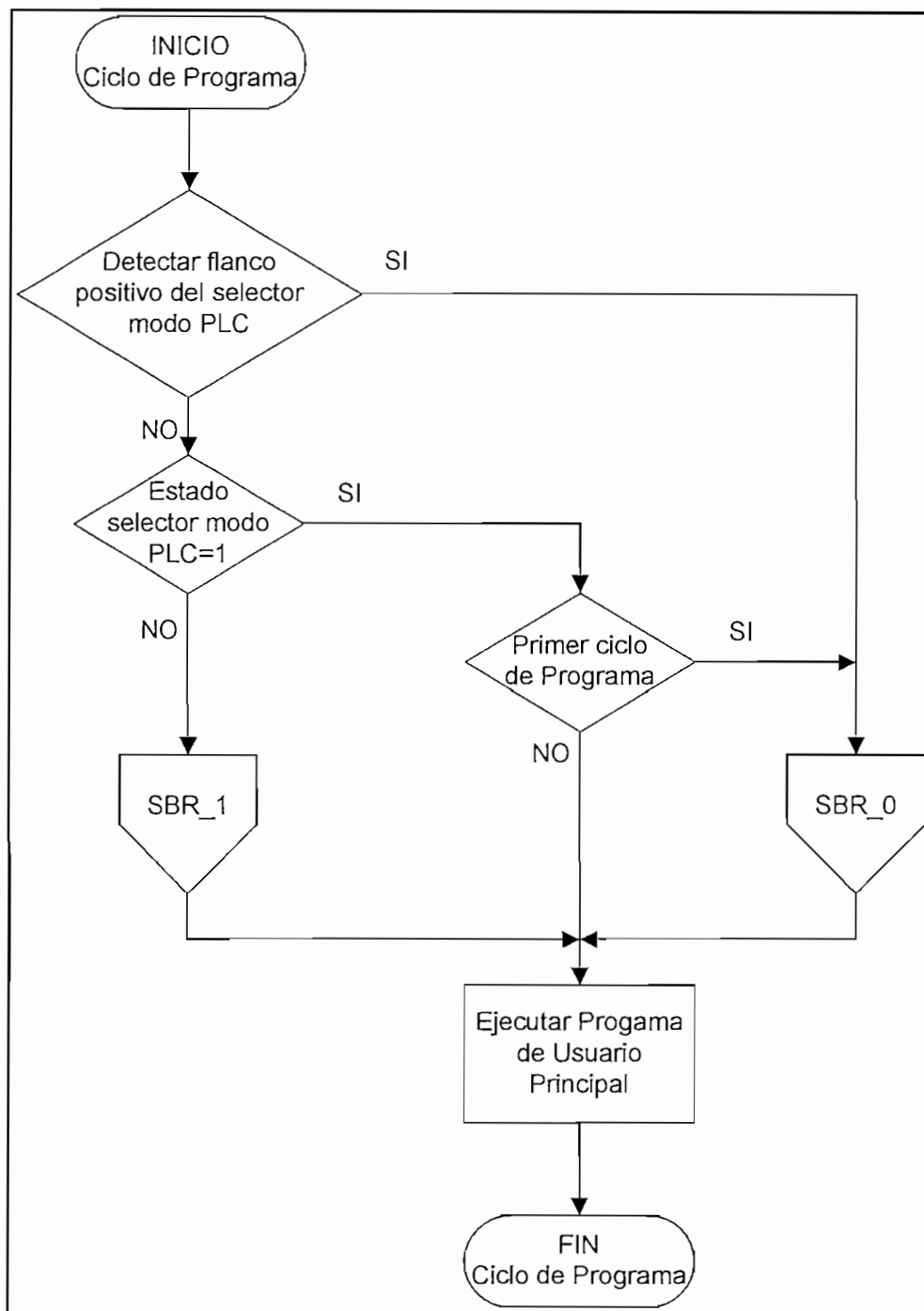


Diagrama de Flujo 3.1 Programa principal para el driver

**Aclaración:** Cuando el selector a pasado de RUN a TERM, se ejecuta normalmente el ciclo de programa, el cual se detiene solamente cuando el selector está en STOP o a pasado de este a TERM.

## Subrutina\_0

La subrutina cero se ejecuta si el PLC pasó a RUN o es el primer ciclo de programa. Aquí se Inicializa la interfaz de comunicación, esto es: Configurar la interfaz serial; borrar las área de datos del driver, "buffer" de transmisión y recepción; inicializar el área de datos, "buffer" de transmisión, "broadcast" y el tiempo de monitoreo, de acuerdo a los valores asignados en los parámetros del driver. Diagrama de flujo. 3.2.

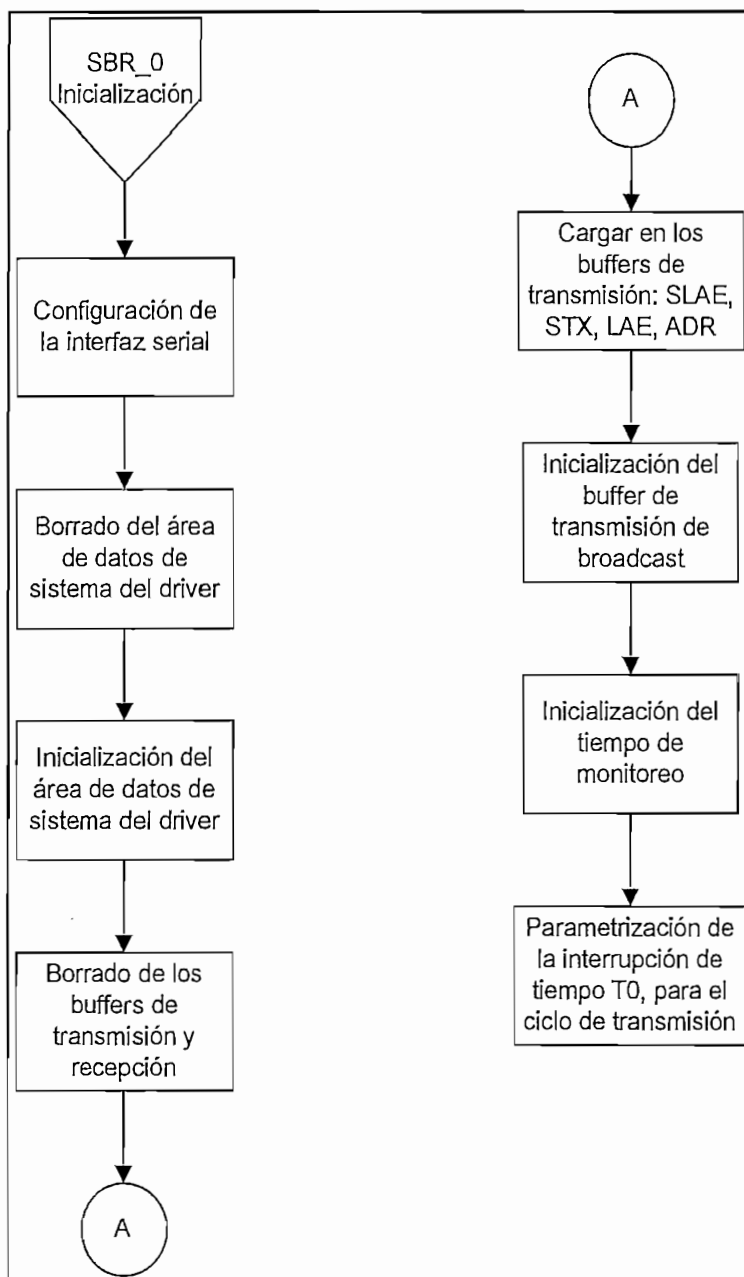


Diagrama de Flujo 3.2 Inicializa la comunicación y la interfaz

### Subrutina\_1

Solo se ejecuta si el PLC esta en modo TERM, bloquea la comunicación USS y habilita la comunicación con la PC/PG. Diagrama de flujo. 3.3.

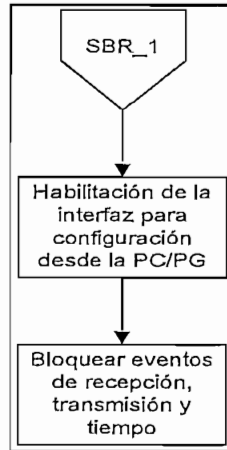


Diagrama de Flujo 3.3 Bloqueo de comunicación del driver

### Interrupción\_0

Es llamada cíclicamente cada vez que se transmiten datos, prepara e inicializa la trama, y monitorea su transmisión. En caso de existir error, da la orden de aviso. Diagrama de flujo. 3.4.

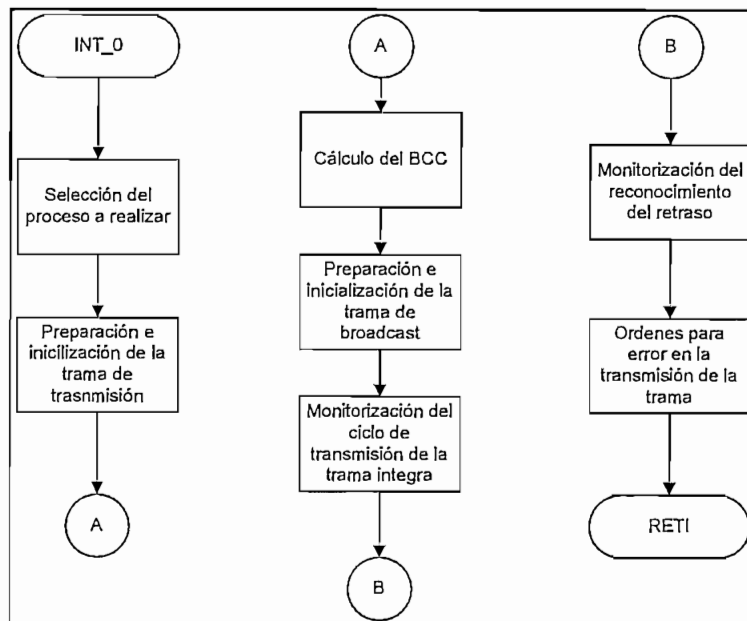


Diagrama de Flujo 3.4 Base de tiempo

## Interrupción\_2

Es llamada solo si la transmisión (Cíclica o "Broadcast") de la trama ha sido completada, si fue cíclica se prepara para recibir el primer carácter STX e inicia el tiempo de reconocimiento de retardo. Si fue de tipo "broadcast" deshabilita la transmisión en progreso y habilita la interrupción 7 para recibir los caracteres que arriban tras el "timeout" de la trama (borrado del "buffer" de recepción). Diagrama de flujo. 3.5.

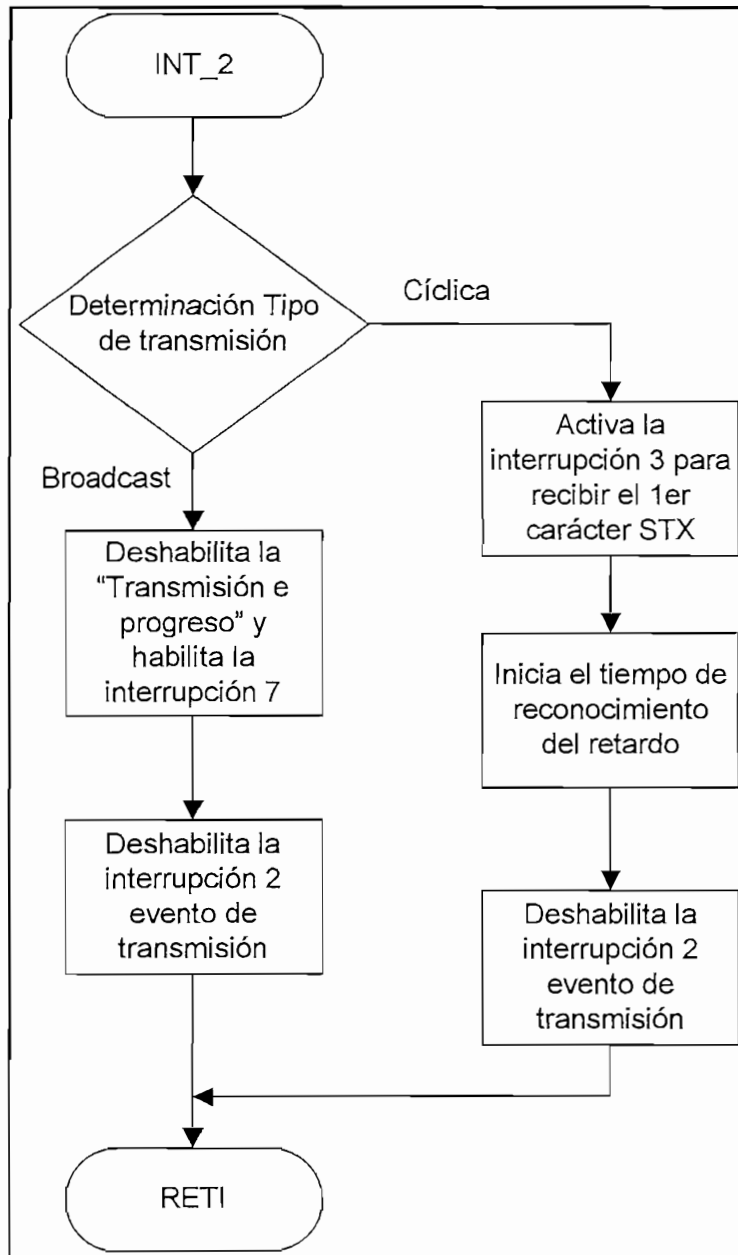


Diagrama de Flujo 3.5 Trama de transmisión completada

### Interrupción\_3

Solo es llamada si el primer carácter STX es recibido, si llega con error, se ingresa el código de error que lo identifica, caso contrario se transfiere el dato al “buffer” base y se espera el segundo carácter. Diagrama de flujo 3.6.

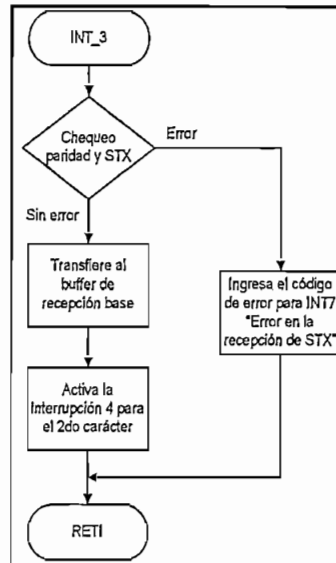


Diagrama de Flujo 3.6 1er carácter STX recibido

### Interrupción\_4

Solo es llamada si se recibió el segundo carácter LAE, si llega con error se ingresa el código de error que lo identifica, caso contrario se transfiere el dato al “buffer” base y se espera el tercer carácter. Diagrama de flujo 3.7.

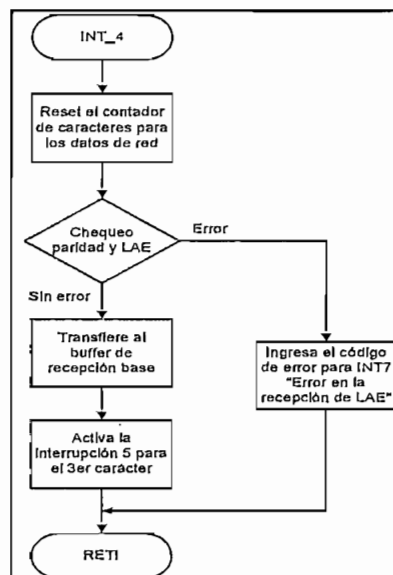


Diagrama de Flujo 3.7 2do carácter LAE recibido



### Interrupción\_5

Es llamada si se recibió el tercer carácter ADR, si llega con error se ingresa el código de error que lo identifica, caso contrario se transfiere el dato al "buffer" base y se espera el cuarto carácter. Diagrama de flujo 3.8.

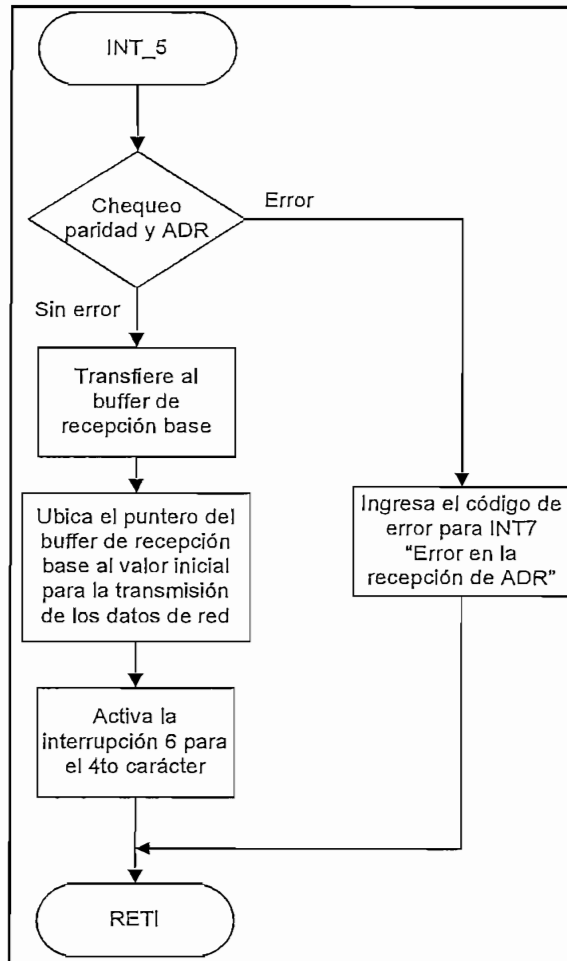


Diagrama de Flujo 3.8 3er carácter ADR recibido

### Interrupción\_6

Es llamada si se recibió cualquier carácter a partir del cuarto, si el carácter que llega tiene error se ingresa el código de error que lo identifica, caso contrario se transfiere el dato al "buffer" base y se espera el siguiente carácter. Cuando ya se ha recibido todos los caracteres y no existieron errores, se transfieren los datos al búfer nodo. Diagrama de flujo. 3.9.

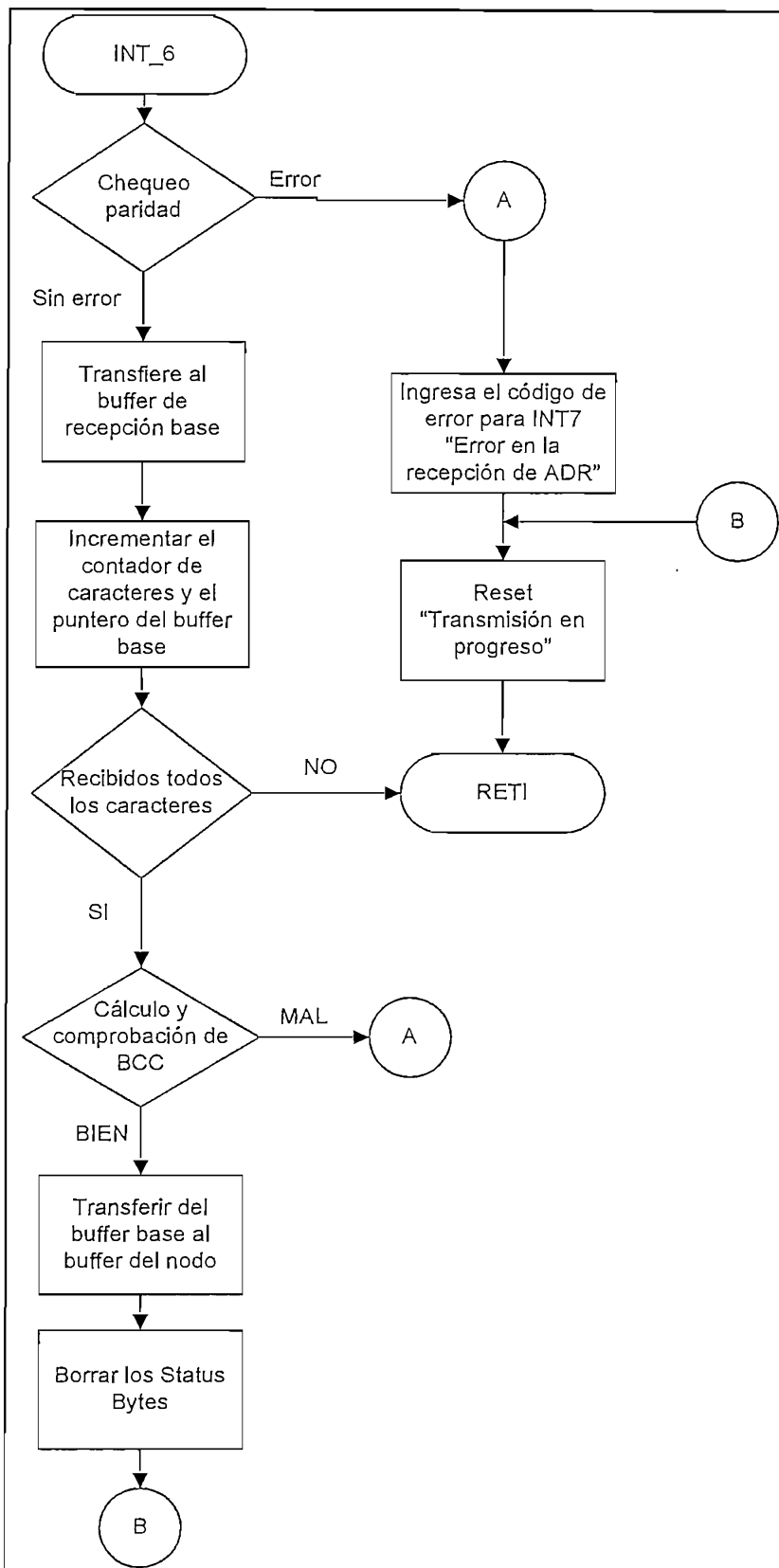


Diagrama de Flujo 3.9 4to al enésimo carácter recibido

## Interrupción\_7

Se activa cada vez que llega un carácter fuera del tiempo de transmisión, cuando existe un error en la trama, o llega toda la trama. Se detecta la petición de error de los caracteres si es pedida y encera todos los bits relacionados con la transmisión cuando terminó de recibir toda la trama. Siempre se encera el tiempo de reconocimiento de retardo. Diagrama de flujo 3.10.

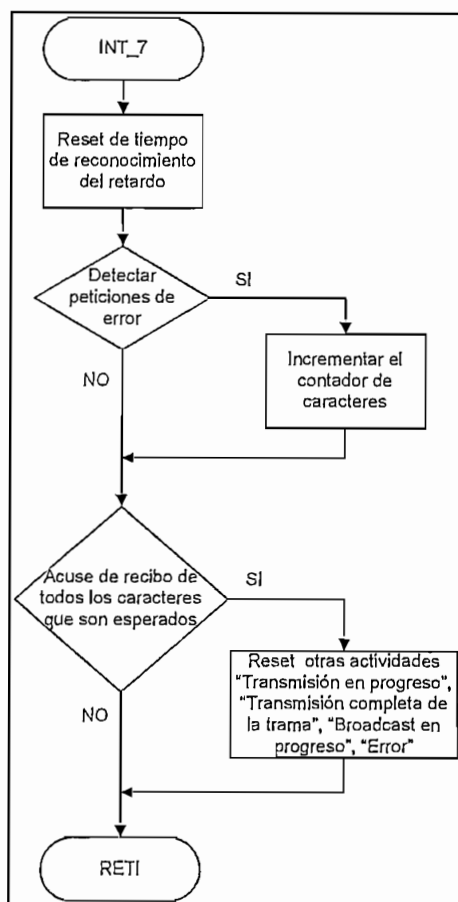


Diagrama de Flujo 3.10 Caracteres recibidos

### 3.2.3 REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN PLC – DRIVES

Antes de incorporar el driver de comunicación en la lógica de control del PLC, para manejar los convertidores de frecuencia, es necesario:

Revisar que la instalación del bus, sea correcta.

Parametrizar la interfaz de comunicación en los drives.

Configurar el rango de parámetros del driver para la tarea pretendida.

### 3.2.3.1 Instalación del bus

El bus está implementado con tecnología RS485 de acuerdo a las normas EIA 485 Standard. En la figura 3.27. se muestra la conexión del bus de interfaz entre la CPU y los variadores.

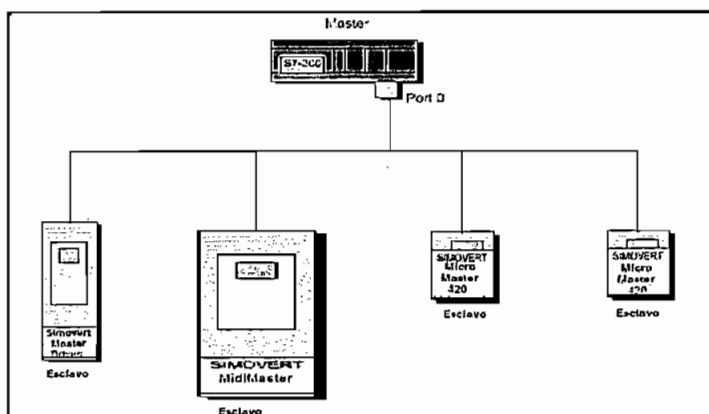


Figura 3.18 Red entre PLC y Variadores

#### Cable del bus

El cable está formado de un par trenzado blindado, protegido con dos capas especiales de papel aluminio contra interferencias de tipo EMI y RFI, asegurando que los datos transmitidos entre los equipos no sean corrompidos. (Fig. 3.28.)

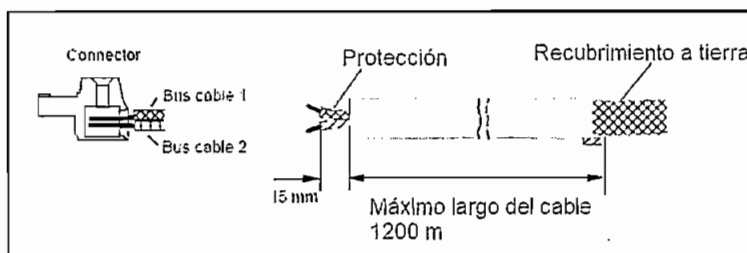


Figura 3.19 Cable de bus

De acuerdo a la norma EIA 485 la diferencia de voltaje entre RS485P y RS485N es:

1 lógico:  $1.5 \text{ V} \leq V_o \leq 5 \text{ V}$       RS485P es positivo con respecto a RS485N

0 lógico:  $-5 \text{ V} \leq V_o \leq -1.5 \text{ V}$       RS485P es negativo con respecto a RS485N

#### Conexión del bus con los equipos

El vínculo entre el S7-200 y el bus, es un conector DB-9, con la siguiente asignación de pines.

Pin 3 RS485P recibe y transmite señal positiva

Pin 8 RS485N recibe y transmite señal negativa

La asignación de pines para los variadores es:

### MicroMaster 420

Terminal 14: RS485P

Terminal 15: RS485N

### Micromaster Vector y MidiMaster

Terminal 25: RS485P

Terminal 24: RS485N

Al utilizar los terminales 24 y 25 para la conexión del MidiMaster Vector con la red es necesario separar cualquier equipo de visualización conectado al DB-9 del panel frontal, como por ejemplo OPM2. (Fig. 3.29.)

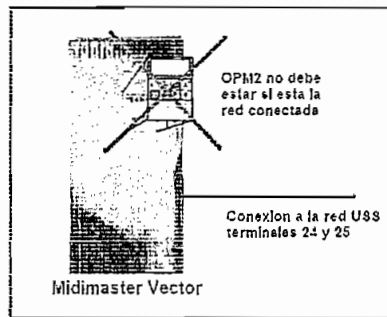


Figura 3.20 Opm2 no debe estar puesto si la red esta conectada

### MasterDrives

Terminal 10: RS485P

Terminal 11: RS485N

En el MasterDrive es imperioso activar un interruptor<sup>33</sup> ubicado en la tarjeta de comunicación. SST2. Switch S2 en posición ON (Fig. 3.30.)

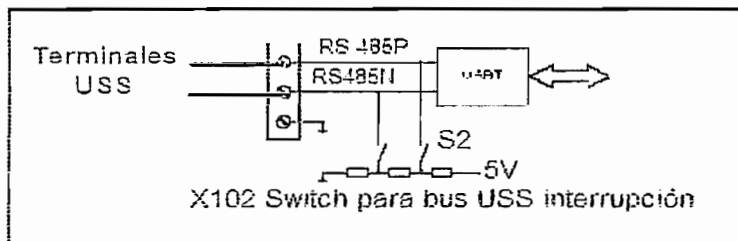


Figura 3.21 S2 "ON" Desactiva terminal USS "OFF" Activa terminal USS

<sup>33</sup> Refiérase al diagrama del MasterDrive VC V3.2, en el anexo 2.1.3.

### 3.2.3.2 Parametrización de la comunicación en los convertidores de frecuencia

En cada convertidor se debe especificar, los valores de los parámetros relacionados con la comunicación del mismo y que permiten introducirlo en la red.

A continuación se listan dichos parámetros para cada drive:

Parámetros relacionados con Comunicación					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P2009	Escalado USS	2	Con. del interfase serie COM	1	
P2010	Velocidad transferencia USS	2	Con. del interfase serie COM	6	
P2011	Dirección USS	2	Con. del interfase serie COM	1	
P2012	USS longitud PZD	2	Con. del interfase serie COM	2	
P2013	USS longitud PKW	2	Con. del interfase serie COM	127	

Tabla 3.4 Parámetros MicroMaster 420 (Cuchilla)

Parámetros relacionados con Comunicación					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P2009	Escalado USS	2	Con. del interfase serie COM	1	
P2010	Velocidad transferencia USS	2	Con. del interfase serie COM	6	
P2011	Dirección USS	2	Con. del interfase serie COM	2	
P2012	USS longitud PZD	2	Con. del interfase serie COM	2	
P2013	USS longitud PKW	2	Con. del interfase serie COM	127	

Tabla 3.5 Parámetros MicroMaster 420 (Rodillo de Arrastre)

Parámetros relacionados con la comunicación			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P091	Dirección del esclavo	0 - 30 [0]	3
P092	Velocidad	3 - 7 [6]	6
P093	Tiempo desconexión interfaz serie (segundos)	0 - 240 [0]	0
P094	Consigna de velocidad base para el interfaz serie (Hz)	0,00 - 650,00 [50,00]	60
P095	Compatibilidad USS	0 - 2 [0]	2
P910	Modo Local remoto	0 - 4 [0]	0/1

Tabla 3.6 Parámetros para MidiMaster (Rodillos corrugadores)

Parámetros de comunicación con la serial interfase 1/2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P700	Dirección busSST	2	Interfase ser.2	4	
P701	Vel. trasm. SST	2	Interfase ser.2	6 9600 Baudios	
P702	Cantidad PKW SST	2	Interfase ser.2	127	
P703	Cantidad PZD SST	2	Interfase ser.2	2	

Tabla 3.7 Parámetros para MasterDrive (Bandas transportadoras, salida de la corrugadora)

La dirección para cada esclavo queda establecida en el bus al configurar el parámetro "Dirección de esclavo USS" en cada variador.

### 3.2.3.3 Parametrización del driver

El driver tiene por objeto controlar la comunicación de cuatro variadores o nodos, asignándoles los buffers de transmisión y recepción a cada uno, en función de su dirección, como se describe en la tabla 3.8:

Número de nodo	Drive	Dirección	Longitud trama
Esclavo 1	MicroMaster 420 (1)	1	14bytes
Esclavo 2	MicroMaster 420 (2)	2	14bytes
Esclavo 3	MidiMaster Vector	3	14bytes
Esclavo 4	MasterDrive VC V3.2	4	14bytes
Broadcast	Todos	32	14bytes

Tabla 3.8 Esclavos presentes en la red

La longitud total del telegrama (SLAE) de cada esclavo se describe en las líneas subsiguientes:

4 Bytes por defecto para STX, ADR, LAE y BCC.

6 Bytes para PKW:

2 bytes (1 palabra) para la identificación del parámetro.

2 bytes (1 palabra) para indexación.

2 bytes (1 palabra) para el valor del parámetro.

4 Bytes para PZD:

2 bytes (1 palabra) para la palabra de control

2 bytes (1 palabra) para el "set point".

Total 14 bytes para cada esclavo.

Además en la parametrización del driver se definen el tiempo de ciclo y la dirección inicial de los buffers de transmisión/recepción, de la siguiente manera:

El tiempo de transmisión cíclica mínimo es de 100ms (valor 20 en VW34) para asegurar un confiable intercambio de la trama. Obteniendo el Tiempo de ciclo del bus igual a  $100\text{ms por ciclo} * 4 \text{ nodos} = 400\text{ms}$

La dirección inicial de los buffers de transmisión y recepción en la memoria de datos: VB2000.

banda permanece encendida . . .

las planchas que se hayan cortado al final. Una vez que termina la cuenta de la cantidad de cortes requerida, la máquina se apaga automáticamente y no se la puede encender más, a no ser que, se verifique nuevamente los parámetros en el OP3.

En cualquier instante el operador puede detener la máquina e ingresar nuevos parámetros

## CAPÍTULO 4

# AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presenta el diseño del sistema lógico de control de la programación de los equipos.

#### 4.1 SISTEMA IMPLEMENTADO (UTILIZACIÓN DE LOS MODOS DE OPERACIÓN)

Al realizar una vista panorámica, el proyecto comprende tres modos de operación: manual, automático independiente y unificado de la línea de corrugación y cortes de cartón.

##### 4.1.1 MODO MANUAL

En la operación manual la línea funciona como siempre ha funcionado, como si el proyecto no se hubiese realizado, en vista de que los operadores necesitan seguir utilizando la maquinaria y poco a poco en el transcurso del tiempo aprender, comprender y acoplarse a la nueva forma de operación, manejada desde el panel operador. Además en caso de fallar este panel, la línea debe seguir trabajando por lo menos en este modo.

Se busca disminuir en lo posible la influencia del PLC en el control de las máquinas corrugadora y cortadora, manejar los variadores independientemente sin la intervención de la red USS y retirar el OP3 para la operación de las máquinas. Esto se logra dirigiendo las órdenes de control directamente a los convertidores de frecuencia utilizando sus entradas/salidas digitales y sus entradas/salidas analógicas.

Según esta descripción hay que resaltar en la operación manual, que el manejo por parte del operador, de todos los motores de la cortadora y la corrugadora se la realiza desde interruptores, pulsadores y potenciómetros concentrados en dos

utilidad de los potenciómetros asignados a la cuchilla y .

Si acciona el interruptor que arranca el rodillo de arrastre, este se enciende a velocidad mínima ("JOG") para introducir el material, independientemente del ingreso de parámetros en el OP3. Otro interruptor sirve para arrancar la cuchilla, el arrastre y la banda transportadora al mismo tiempo, si se han ingresado los parámetros desde el OP3. Con este mismo interruptor puede parar y reanudar la operación de la máquina en cualquier momento, considerando siempre que la banda permanece encendida 5 segundos más, después del apagado, para retirar las planchas que se hayan cortado al final. Una vez que termina la cuenta de la cantidad de cortes requerida, la máquina se apaga automáticamente y no se la puede encender más, a no ser que, se verifique nuevamente los parámetros en el



botoneras montadas a un lado de cada máquina, tal como se describió en el capítulo 2.

#### **4.1.2 MODO AUTOMÁTICO INDEPENDIENTE**

Con este modo se utilizan las máquinas corrugadora y cortadora por separado, sin excluir su funcionamiento al mismo tiempo. La ventaja de este modo es utilizar solamente la cortadora con bobinas prefabricadas de papel, cartón virgen o cartón reciclado; permitiendo el encendido opcional de la corrugadora.

La corrugadora continúa manejándose bajo órdenes manuales dadas por el operador, desde la botonera asignada a esta máquina.

La cortadora es parametrizada desde el panel de mando OP3, donde se ingresan los siguientes datos para su funcionamiento: el tipo de material a cortar, la cantidad de cortes, la longitud de las planchas y la velocidad de operación de la máquina en porcentaje.

El operador tiene a disposición la misma botonera que en manual, pero sin la utilidad de los potenciómetros asignados a la cuchilla y el arrastre.

Si acciona el interruptor que arranca el rodillo de arrastre, este se enciende a velocidad mínima ("JOG") para introducir el material, independientemente del ingreso de parámetros en el OP3. Otro interruptor sirve para arrancar la cuchilla, el arrastre y la banda transportadora al mismo tiempo, si se han ingresado los parámetros desde el OP3. Con este mismo interruptor puede parar y reanudar la operación de la máquina en cualquier momento, considerando siempre que la banda permanece encendida 5 segundos más, después del apagado, para retirar las planchas que se hayan cortado al final. Una vez que termina la cuenta de la cantidad de cortes requerida, la máquina se apaga automáticamente y no se la puede encender más, a no ser que, se verifique nuevamente los parámetros en el OP3.

En cualquier instante el operador puede detener la máquina e ingresar nuevos parámetros.

### 4.1.3 MODO AUTOMÁTICO UNIFICADO

Con este modo se utilizan las máquinas corrugadora y cortadora en línea. En la operación automática unificada, además de controlar la cortadora de la misma forma que en el modo independiente, se introduce el funcionamiento de la corrugadora, para sincronizar de esta manera, la velocidad de los rodillos corrugadores con la velocidad de acarreamiento de los rodillos de caucho.

El operador inicialmente debe ingresar los parámetros de la cortadora desde el panel operador. Mientras tanto se puede introducir la onda y el liner a la corrugadora, funcionando a velocidad mínima, al igual, cuando ésta haya fabricado suficiente cartón, se lo puede ingresar lentamente a la cortadora, para enseguida encenderla y dar inicio a la sincronización automática de la operación.

Si, el operador detiene el corte, la velocidad de producción de cartón es reducida al mínimo, para evitar apagar la corrugadora, pues dañaría la producción y demoraría el proceso.

Al iniciar nuevamente la operación, la corrugadora sigue trabajando lento hasta que un interruptor ubicado para detectar la acumulación de cartón entre las máquinas se despeje. En ese instante, vuelven a sincronizarse las velocidades de las máquinas.

## 4.2 PROGRAMA IMPLEMENTADO EN EL PLC

Para el control del programa de usuario se utilizan 5 subrutinas e instrucciones de salto, excluyendo la ejecución del driver del protocolo USS.

En la denominación de los convertidores, se utiliza la siguiente nomenclatura tabla 4.1:

Convertidor	Abreviación	Nomenclatura	Utilización
MicroMaster Vector	MMV	Drive 0 (D0)	Banda transportadora a la salida de la cortadora
MicroMaster 420	MM420	Drive 1 (D1)	Rodillos de arrastre de la cortadora
MicroMaster 420	MM420	Drive 2 (D2)	Cuchilla rotativa
MidiMaster Vector	MDV	Drive 3 (D3)	Rodillos corrugadores
MasterDrive VC		Drive 4 (D4)	Banda transportadora a la salida de la corrugadora

Tabla 4.1 Tipo de convertidor y su denominación

#### 4.2.1 DESCRIPTOR DE ENTRADAS/SALIDAS

En la siguiente tabla se muestra la identificación de las entradas (Tabla 4.2) y salidas (Tabla 4.3) con su respectiva aplicación y dispositivos conectados<sup>34</sup>.

Entrada	Dispositivo conectado	Descripción
I0,1	Interruptor	Arranque/Paro DRIVES 0, 1 y 2
I0,2	Interruptor	Arranque/Paro DRIVE 1
I0,4	Pulsador	Arranque DRIVE 3
I0,5	Pulsador	Paro DRIVE 3
I0,6	Pulsador	JOG DRIVE 3
I0,7	Pulsador	Subir velocidad DRIVE 3
I1,0	Pulsador	Bajar velocidad DRIVE 3
I1,5	Sensor Inductivo	Conteo del número de revoluciones de la cuchilla
I1,6	Interruptor de límite	Acumulación de cartón entre las máquinas

Tabla 4.2 Asignación de las entradas del PLC

Salida	Dispositivo conectado	Descripción
Q0.0	Entrada digital 1 DRIVE 0	Conexión/Desconexión DRIVE 0 (*)
Q0.1	Entrada digital 1 DRIVE 1	ON/OFF1 DRIVE 1 (*)
Q0.2	Entrada digital 1 DRIVE 2	ON inverso/OFF1 DRIVE 2 (*)
Q0.4	Entrada digital 1 DRIVE 3	ON derecho/Off DRIVE 3 (*)
Q0.5	Entrada digital 2 DRIVE 3	Marcha impulsos horario DRIVE 3 (*)
Q0.6	Entrada digital 3 DRIVE 3	Aumento de frecuencia DRIVE 3 (*)
Q0.7	Entrada digital 4 DRIVE 3	Reducción de frecuencia DRIVE 3 (*)
Q1.0	Entrada digital 5 DRIVE 3	Funcionamiento USS DRIVE 3 (*)

Tabla 4.3 Asignación de las salidas del PLC

(\*) Orden digital parametrizada en cada convertidor.

#### 4.2.2 ÁREA DE DATOS DE USUARIO (VARIABLES UTILIZADAS)

A continuación se presenta el área de datos utilizada para el programa de usuario:

Áreas para la comunicación con el OP3 Tabla 4.4

bits	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7		
VW40	Imagen							Imagen actual	Área para Número de la imagen	
	Entrada de imagen (E. I.)									
VW42	Imagen							Imagen siguiente		
	Entrada de imagen (E. I.)									
VB44				shift		+/-			Área para Teclado de Sistema	
VB45				ESC			ENT			

Continúa.....

<sup>34</sup> La conexión de los dispositivos se detalla en el anexo 4.

.....Viene

bits	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	
VB46	8	9							Área para Teclado de Sistema
VB47	0	1	2	3	4	5	6	7	
VB48	ON								Área de Interfaz con el OP3
VB49									
VB79									Área de Avisos de Servicio 1
VB80									
VB81	Aviso 1	Aviso 2	Aviso 3	Aviso 4	Aviso 5	Aviso 6	Aviso 7	Aviso 8	
VB98									
VB99									

Tabla 4.4 Área de datos utilizada para la comunicación con el OP3

## Área de marcas Tabla 4.5

MARCA	SÍMBOLO USR1	DESCRIPCIÓN
M0.0		Libre
M0.1	Cold rest Flag	Auxiliar para reseteo en frío
M0.2		Libre
M0.3		Libre
M0.4		Libre
M0.5		Libre
M0.6		Libre
M1.0	TransCiclic	Bandera para transmisión cíclica
M1.1	TransBroad	Bandera para transmisión broadcast
M1.2		Libre
M1.3		Libre
M1.4		Libre
M1.5		Libre
M1.6		Libre
M1.7		Libre
M2.0	Man	Cambio a modo Manual
M2.1	AutI	Cambio a modo Automático Independiente
M2.2	AutU	Cambio a modo Automático Unificado
M2.3	Func01	Comenzar parametrización según el modo
M2.4	CamMod	Ejecutar cambio de modo
M2.5	Aux1	Cambiar OP Imagen: Cambio Modos a Inicio
M2.6	Aux2	Cambiar OP Imagen: Inicio a Manual
M2.7	Aux3	Cambiar OP Imagen: ParamAutI a NroCortes
M3.0		Reserva
M3.1	Arranq	Arranque/Paro de la(s) máquina(s) automática(s)
M3.2	Ax%	Detectar si cambio Porcentaje Velocidad Cuchilla
M3.3	AxLong	Detectar si cambio Longitud ingresada deseada
M3.4	Aux4	Cambiar OP Imagen: NroCortes a Retorno
M3.5	Aux5	Cambiar OP Imagen: Retorno a Aviso reposo
M3.6	Aux6	Cambiar OP Imagen: Retorno a ParamAutI
M3.7	SwON/OFF	Detecta pulsos positivos o negativos de I0.1
M4.0	IndArrDet	Variable OP3 de Indicación; Arranque / Detener cortadora
M4.1	Manual1	Auxiliar para arranque/paro de la cortadora en Manual

Continúa.....

.....Viene

M4.2	Manual2	Auxiliar para arranque/paro solo el arrastre de la cortadora
M4.3	Aux7	Cambiar OP Imagen: ParamAutl a NroCortes
M4.4	Muest1	Reservada para el muestreo de tiempo
M4.5	Muest2	Reservada para el muestreo de tiempo
M4.6		Reserva
M4.7		Reserva
M5.0	Aux Corr01	Arranque/Paro de la máquina corrugadora en manual
M5.1	RetncionMD	Auxiliar para transmisión de parámetros con D4
M10.0	Cont Tn/Rc 34	Control de transmisión recepción de parámetros con D3 y D4
M10.1	Cont Tn/Rc 12	Control de transmisión recepción de parámetros con D1 y D2
M10.2	Termina 34	Fin transmisión de parámetros D3 y D4
M10.3	Termina 12	Fin transmisión de parámetros D1 y D2
M10.4		Libre
M10.5		Libre
M10.6		Libre
M10.7		Libre

Tabla 4.5 Área de marcas.

## Área de datos Tabla 4.6

Variable	Símbolo Programa de Usuario	Descripción
VB100	Vmodo	Almacena el modo anterior y actual de la línea
VW101	Ktetiempo Tiempo cambio de Screen	Tiene el valor 10 para contar 1s de cambio de imágenes
VW103	Respaldo Nro cortes	Auxiliar para almacenar el número de cortes
VB105	Tipo de papel 0=papel, 1=Ccafe, 2=Cbla	Variable que indica al OP3 el tipo de material
VD106	Frecuencia decimal cuchilla	Frecuencia expresada en decimales
VD110	Frec.real cuchilla	Frecuencia expresada en reales
VD114	Velocidad angular cuchilla	Cálculo de la velocidad angular
VD118	Frecuencia min:Arrastre	Cálculo de la frecuencia mínima
VD122	Frecuencia max arrastre	Cálculo de la frecuencia máxima
VD126	Velocidad angular min arrastre	Cálculo de velocidad angular mínima
VD130	Velocidad angular max arrastre	Cálculo de velocidad angular máxima
VD134	Longitud min calculada	Longitud mínima expresada en reales
VD138	Longitud max calculada	Longitud máxima expresada en reales
VD142	Longitud ingresada OP3	Longitud ingresada desde el OP3
VD146	Longitud ingresada guardada	Auxiliar 1 para almacenar la longitud ingresada
VD150	Velocidad angular arrastre	Velocidad calculada para la consigna
VD154	Frec.real arrastre	Frecuencia calculada de consigna
VB158	IdenPar D3 y D4	Variable del programa de usuario para determinar el parámetro a enviar al variador
VB159	IdenPar D1 y D2	Variable del programa de usuario para determinar el parámetro a enviar al variador
VD160	Frecuencia decimal arrastre	Frecuencia de consigna expresada en decimal
VW164	Nro cortes	Variable con el OP3 para guardar el número de cortes ingresado
VD166	Porcentaje trabajo cuchilla OP3	Porcentaje de trabajo ingresado desde el OP3
VD170	Frecuencia decimal cuchilla truncada	Frecuencia de consigna expresada en binario







Continúa.....

.....Viene

VD174	Frecuencia: decimal-arrastre truncada	Frecuencia de consigna expresada en binario
VD178	Porcentaje trabajo cuchilla guardado	Auxiliar 1 del % de trabajo ingresado desde el OP3
VD182	Longitud min truncada	Longitud mínima expresada en binario para el OP3
VD186	Longitud max truncada	Longitud máxima expresada en binario para el OP3
VD190	Frecuencia mínima cuchilla	Frecuencia mínima en función del material a cortar
VD194	Porcentaje trabajo cuchilla	Auxiliar 2 del % de trabajo ingresado desde el OP3
VD198	Longitud ingresada	Auxiliar 2 para almacenar la longitud ingresada
VW202	Aux Nro cortes muestreo	Reservada para el muestreo de tiempo 1
VW204	Aux Nro cortes muestreo	Reservada para el muestreo de tiempo 1
VW206	Aux Nro cortes muestreo	Reservada para el muestreo de tiempo 1
VW208	Aux Nro cortes muestreo	Reservada para el muestreo de tiempo 1
VD210	Pendiente	Pendiente relación velocidad vs. frecuencia
VD214	Constante	Constante relación velocidad vs. frecuencia
VW218	SPMidi	Cálculo de consigna de frecuencia de MidiMaster
VD220	SPMasterD	Cálculo de consigna de frecuencia de MasterDrive
VD224	SPMaster truncado	Consigna D4 expresada en binario
VD228	Relación Cort_Corrug	Almacena el valor de la relación entre Arrastre_Rodillo Corrugador

Tabla 4.6 Área de datos

## LEYENDA

	Relacionadas con el arrastre	MM420 D1
	Relacionadas con la cuchilla	MM420 D2
	Relacionadas con longitud	MDV D3
	Relacionadas con rodillos corrugadores	MasterD D4
	Relacionadas con acarreo corrugadora	
	Tareas varias	

## Área de temporizadores Tabla 4.7 y contadores Tabla 4.8

## Temporizadores

T	Descripción	Tiempo [seg]
T101	Cambio OP Imagen: Modos a Inicial	VW101
T102	Cambio OP Imagen: Inicial a ParamAutl	VW101
T103	Cambio OP Imagen: ParamAutl a NroCortes	VW101
T104	Cambio OP Imagen: NroCortes a Retorno	VW101
T105	Cambio OP Imagen: Retorno a Aviso de reposo	VW101
T106	Cambio OP Imagen: Retorno a ParamAutl	VW101
T107	Cambio OP Imagen: Retorno a NroCortes	VW101
T37	Desaceleración rodillo corrugador	5
T38	Apagado de la banda de transporte cortadora	5
T39	Apagado de la banda de transporte corrugadora	15

Tabla 4.7 Área de temporizadores

Contadores		
C	Descripción	Cantidad
C0	Contador para el número de planchas cortadas	VW164
C1	Contador para determinar el estado ON/OFF de la cortadora en modo manual	2

Tabla 4.8 Área de contadores

### 4.2.3 PROGRAMA DE USUARIO

A continuación explica la lógica de funcionamiento de cada UOP, seguido de sus diagramas de flujo.

#### 4.2.3.1 OB1. Programa principal

En el programa principal (Diagrama de flujo 4.1) se ejecutan las siguientes tareas:

Detección de la posición del selector del modo del PLC, para ejecutar el driver USS o liberar la interfaz para configuración desde el PC/PG (SBR\_1).

Si reconoce el primer ciclo de programa o flanco positivo de la marca especial (SM0.7) que indica el modo del PLC, llamar a la Inicialización de la memoria de datos (SBR\_2) del PLC y del área de datos de sistema del driver USS (SBR\_0).

Lectura y almacenamiento del estado del interruptor de arranque de la cuchilla, para dar órdenes posteriormente, dependiendo del modo configurado.

Si el OP3 se encuentra en la ventana cambio de modo y la M2.4 no está activa, no detecta el modo (llamado a la SBR\_4).

Si M2.4 está activa cambia el modo de operación de la línea (SBR\_3), parametrizando los convertidores dependiendo del estado anterior.

Si los bits 2 y 3 de VB100 están en cero, ejecuta la secuencia que hace operar la línea en manual (SBR\_5).

Si el bit VB100.2 está en uno y el bit VB100.3 está en cero, ejecuta la secuencia que hace operar la línea en automático independiente (SBR\_6).

Si el bit VB100.2 está en cero y el bit VB100.3 está en uno, ejecuta la secuencia que hace operar la línea en automático unificado (SBR\_7).

Por último se procesan los avisos a ser mostrados en el OP3.

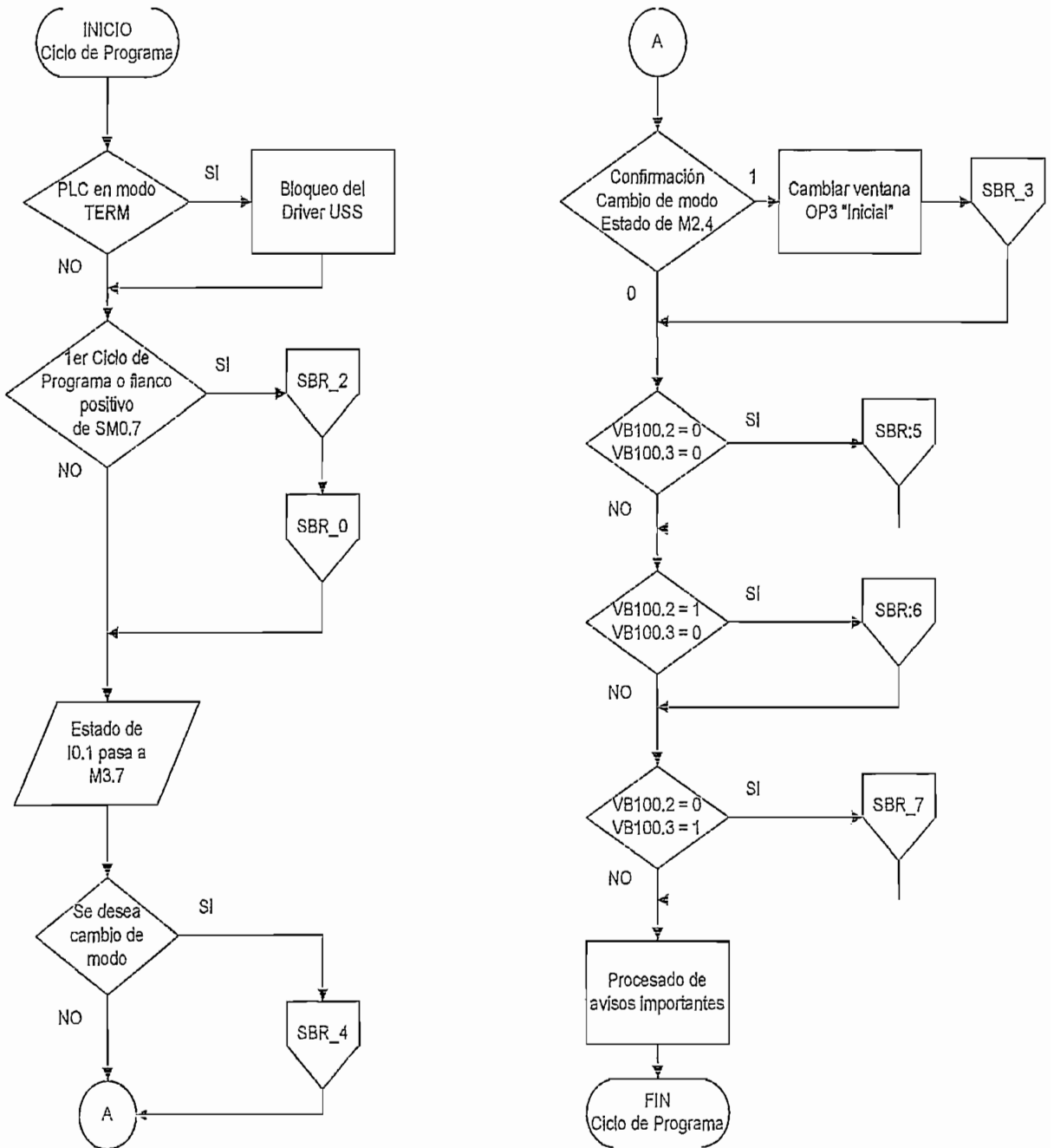


Diagrama de flujo 4.1 Programa de usuario principal (OB1)



#### 4.2.3.2 Subrutina 2. INICIAL

En la subrutina 2 (Diagrama de flujo 4.2), denominada INICIAL, se ejecutan las tareas de escritura en las áreas de memoria del PLC, para cargar valores iniciales que permiten la ejecución del Driver USS y del programa de usuario.

Entre los parámetros que se definen con esta, se tienen:

Para el driver: Número de esclavos (4), SLAE (14), longitud del "broadcast" (14), tiempo de ciclo de la trama (100ms, VW34=20), dirección inicial de los "buffers" de transmisión/recepción (VD36=2000).

Para el programa de usuario: Marcas auxiliares para transmisión de parámetros (MB10=0), Byte de marca indicadora de modos (MB2=17), constante de tiempo de 1 segundo para cambio de imágenes en el OP3 (VW101=10), la pendiente y constante de la curva del rodillo de arrastre en la cortadora (VD210=0.7172, VD214=0.1808), entre otras asignaciones.

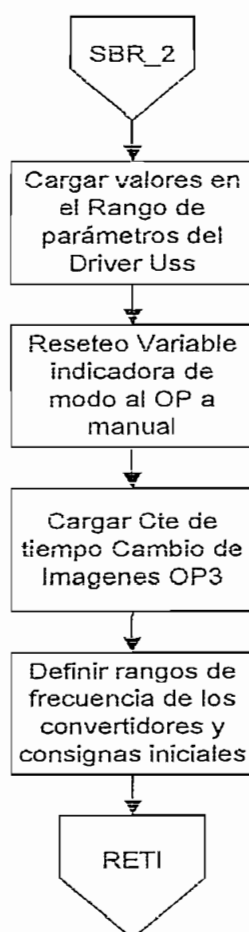


Diagrama de flujo 4.2 Subrutina de inicialización del OB1

### 4.2.3.3 Subrutina 3. CAMBIO DE MODO

Esta subrutina se ejecuta, solamente, si antes fue activada la SBR\_4 (Determinación del modo), la cual pone a uno la marca M2.4 indicando que hubo cambio en el modo de operación de la línea por parte del operador. Compara el valor de VB100 y decide que convertidores cambian y a cual es el modo para configurarlos, como indica el diagrama de flujo siguiente:

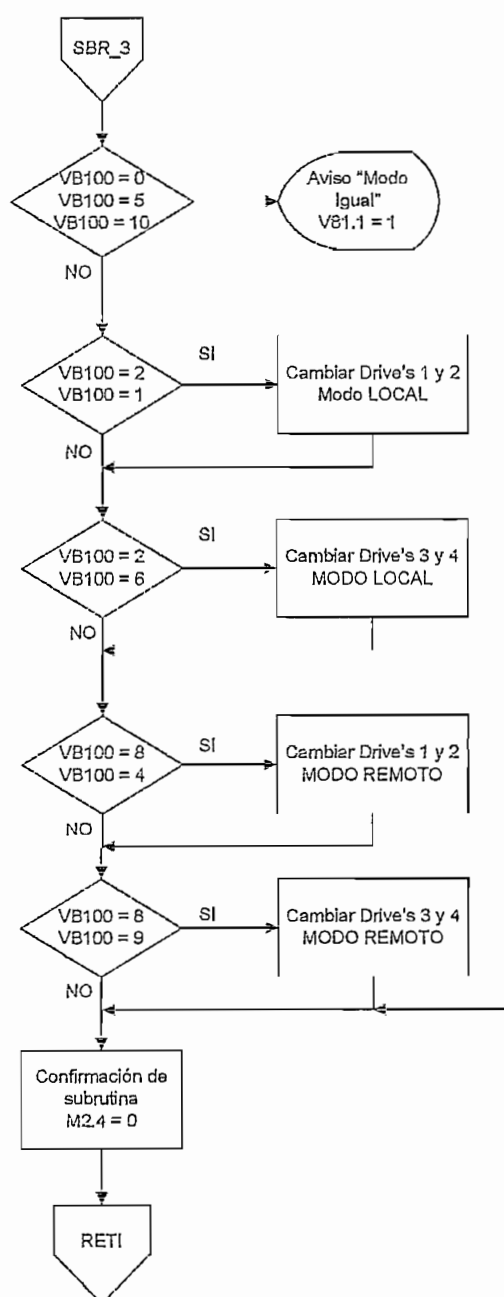


Diagrama de flujo 4.3 Subrutina para cambio de modo de operación de la línea

#### 4.2.3.4 Subrutina 4. DETERMINACIÓN DEL MODO

Con esta subrutina (Diagrama de flujo 4.4) se guarda el último modo parametrizado para la línea y se carga el nuevo que debe operar cuando las marcas indicadoras del modo (M2.0, M2.1, M2.2) han sido puestas a uno desde el panel operador. Al salir pone a uno M2.4 para permitir la ejecución de la SBR\_3 y baja a cero M2.0, M2.1, M2.2 según sea el caso. Los 4 bits menos significativos del byte VB100, indican los modos de la siguiente manera:

Modo Anterior		Modo Actual					
Manual		Manual		Bits sin utilizar, están siempre puestos a cero			
0	0	0	0				
Automát Independ	Automát Independ	1	0				
Automát Unificado	Automát Unificado	0	1				
No es posible	No es posible	1	1				
VB100.0	VB100.1	VB100.2	VB100.3	VB100.4	VB100.5	VB100.6	VB100.7

Tabla 4.9 Representación binaria de los modos de funcionamiento

Según esta descripción, el valor de VB100 puede estar entre 0 y 15, los demás valores hasta 255 se descartan ya que los 4 bits más significativos son bajados a cero por cada ingreso a esta subrutina.

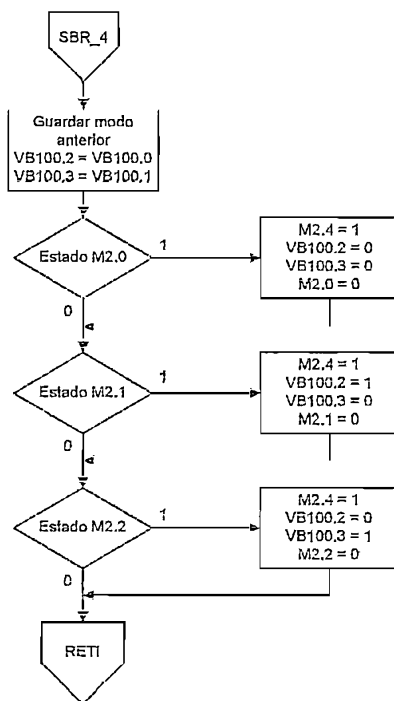


Diagrama de flujo 4.4 Subrutina para determinar el modo anterior y actual de la línea

#### 4.2.3.5 Subrutina 5. MANUAL

Esta subrutina ejecuta primero el funcionamiento de la corrugadora, y luego de la cortadora, utilizando las salidas digitales conectadas a las entradas de los convertidores que las constituyen, según lo detallado en el diagrama de flujo a continuación.

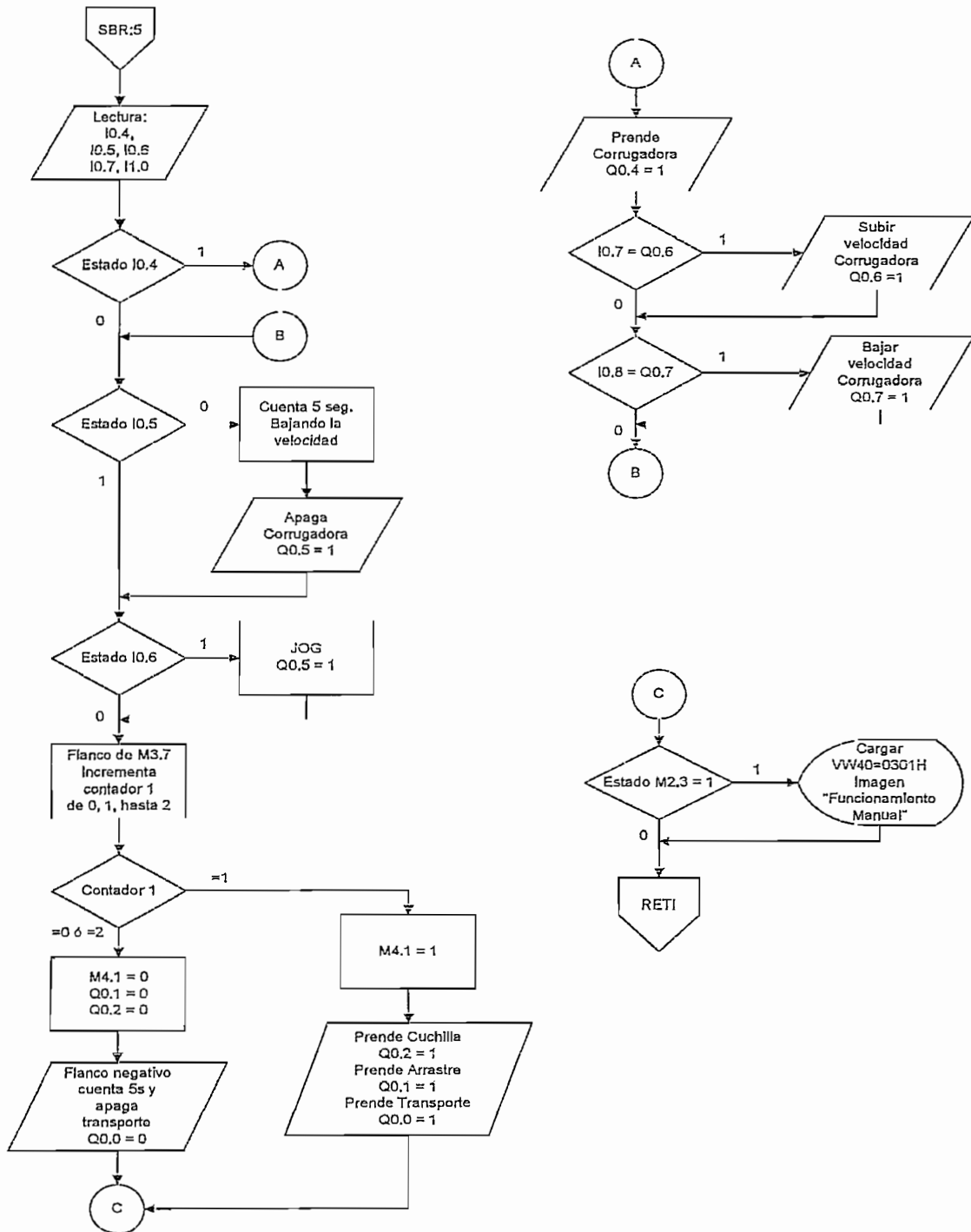


Diagrama de flujo 4.5 Subrutina para la operación manual de la línea

#### 4.2.3.6 Subrutina 6. AUTOMÁTICO INDEPENDIENTE

Esta subrutina (Diagrama de flujo 4.6) es ejecutada cuando desde el panel de operador escoge este modo. Para facilitar la comprensión de su funcionamiento, se muestra en el diagrama 4.6, globalmente las tareas que realiza. Seguido de un mayor detalle.

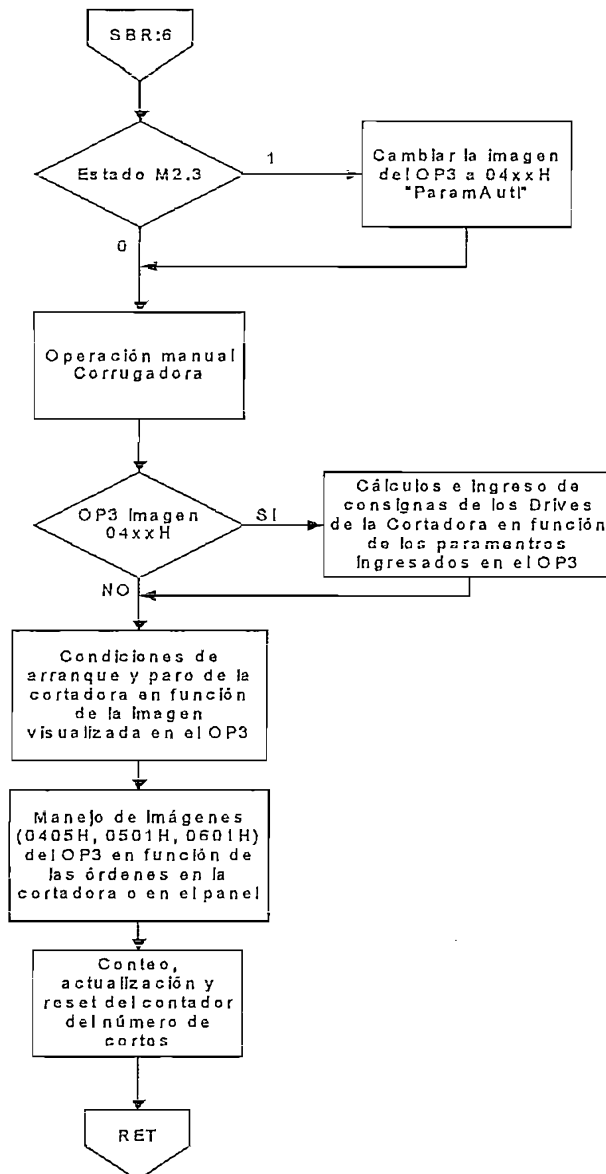


Diagrama de flujo 4.6 Subrutina para manejo automático independiente de las máquinas

El funcionamiento de la corrugadora es igual que en el modo "MANUAL".

La operación de la cortadora depende de ingresar sus parámetros desde el OP3, de otra forma, solo arranca el drive que controla el rodillo de arrastre a velocidad mínima.

Si el OP3 muestra la imagen 04xxH, se realizan los cálculos necesarios para enviar las consignas de frecuencia en función de la velocidad de la cuchilla y de la longitud de las planchas (Diagrama de flujo 4.7).

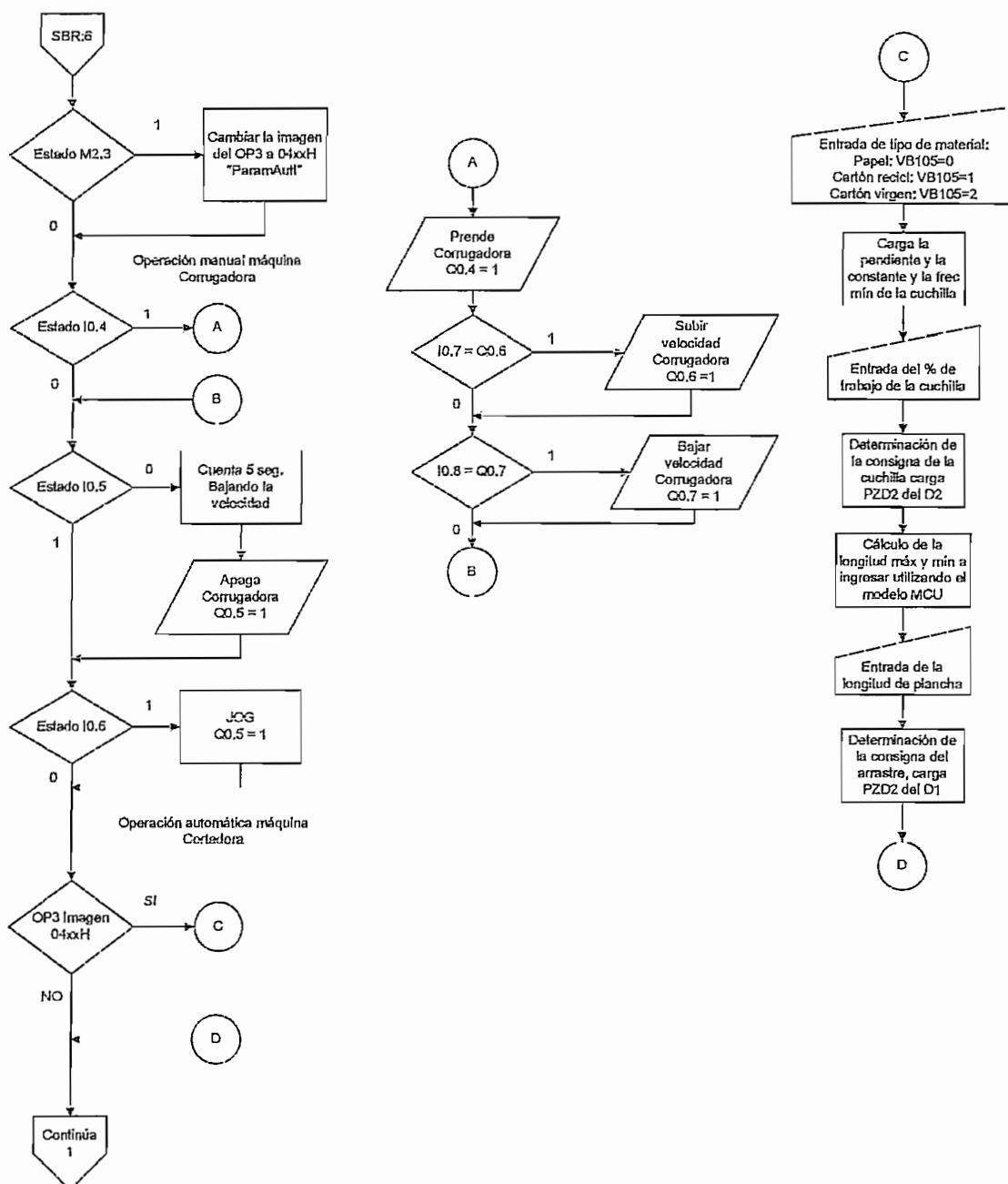


Diagrama de flujo 4.7 Subrutina detallada para manejo automático independiente

Según el estado de M3.3, prende la cortadora, una vez ingresada la consigna al Drive 1 (D1), Drive 2 (D2) y solo la transportadora sin ella; o, apaga todos y permite prender el arrastre.

Luego se procesa las imágenes visualizadas en el OP3 (Diagrama de flujo 4.8).

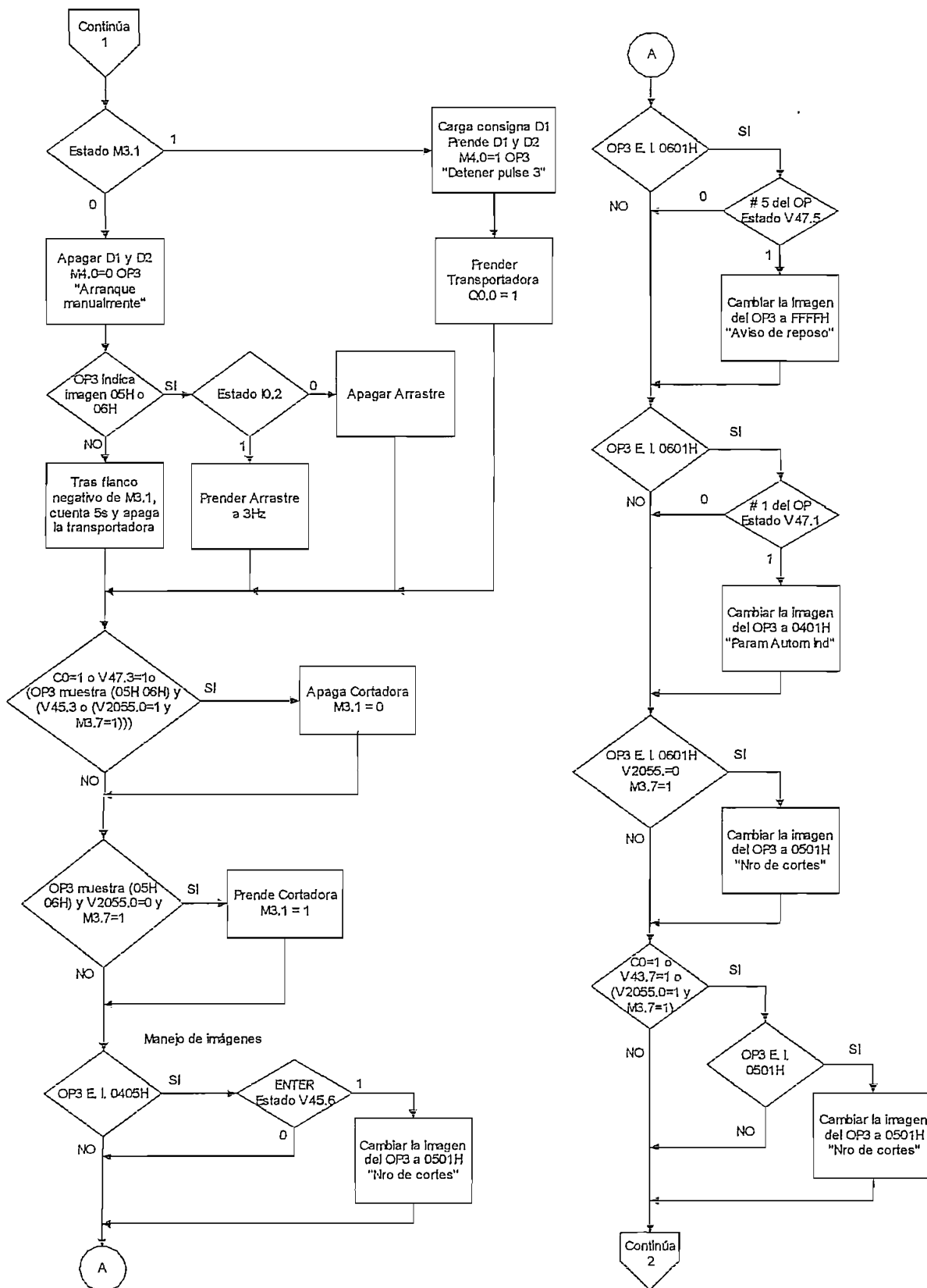


Diagrama de flujo 4.8 Subrutina detallada para manejo automático independiente (continuación)

Cuenta los flancos positivos de I0.5, siempre que no se cumplan las condiciones de reinicio del contador 0 (Diagrama de flujo 4.9).

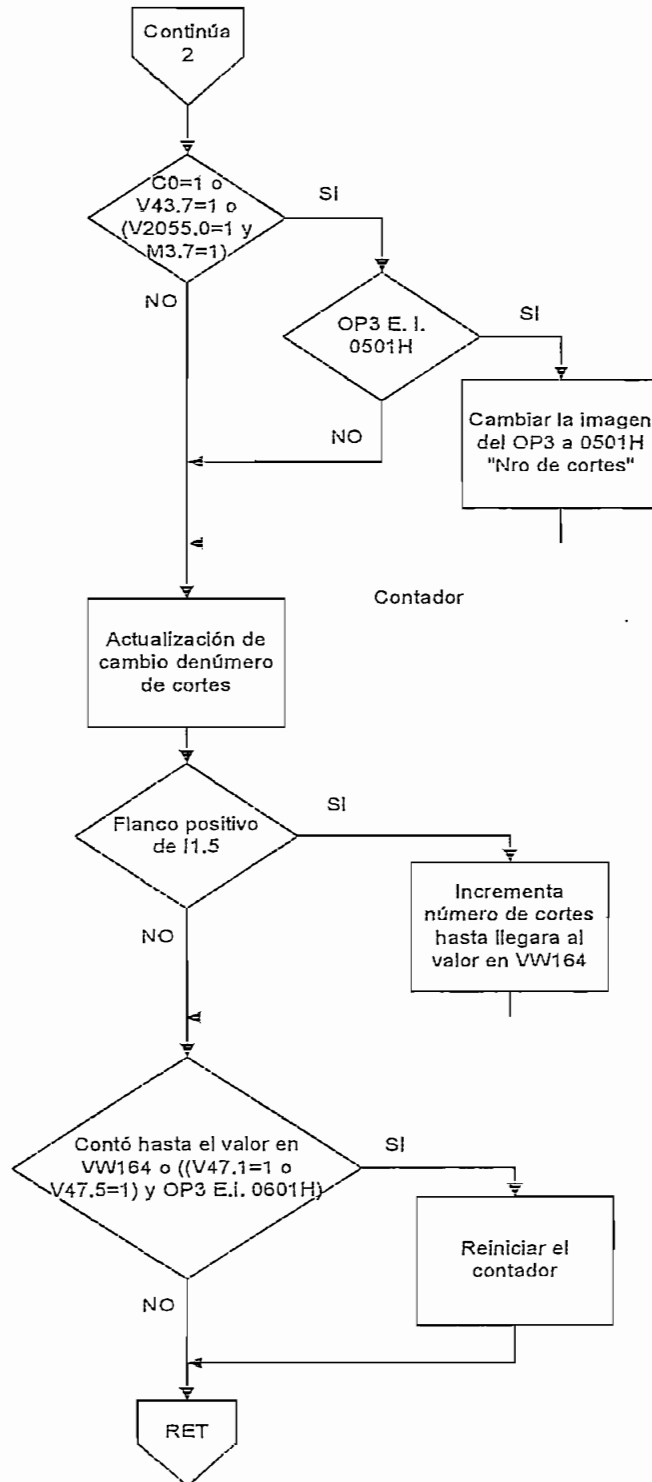


Diagrama de flujo 4.9 Subrutina detallada para manejo automático independiente (continuación)



#### 4.2.3.7 Subrutina 7. AUTOMÁTICO UNIFICADO

Una vez escogido el modo automático unificado desde el panel operador se ejecutan tareas similares a las mostradas en el diagrama 4.6 para independiente incluyendo a la máquina corrugadora a la red y descritas con detalle a continuación (Diagrama de flujo 4.10).

El orden de ejecución de tareas difiere en algunos aspectos:

Se revisa si desde el OP3 necesita pasar a ingresar parámetros con la M2.3.

Una vez en la imagen de introducción de los datos (04xxH), con los ya ingresados, se realiza los cálculos de consignas para cada convertidor.

En función de varias condiciones, se establece el encendido o apagado de los convertidores de la máquina cortadora.

Ahora el interruptor que encendía/apagaba en el modo anterior a la cortadora, además una vez accionado, inicia/detiene la sincronización, poniendo a uno la M3.1 siempre y cuando la corrugadora ya este en operación (M3.1=0), cargando en los "buffers" respectivos para cada uno de los convertidores (M3.1=1) el valor determinado en los cálculos. Además, si la cortadora aún no entra en funcionamiento (M3.1=0), permite encender/apagar el rodillo de arrastre cuando el OP3 muestra las imágenes 0501H o 0601H.

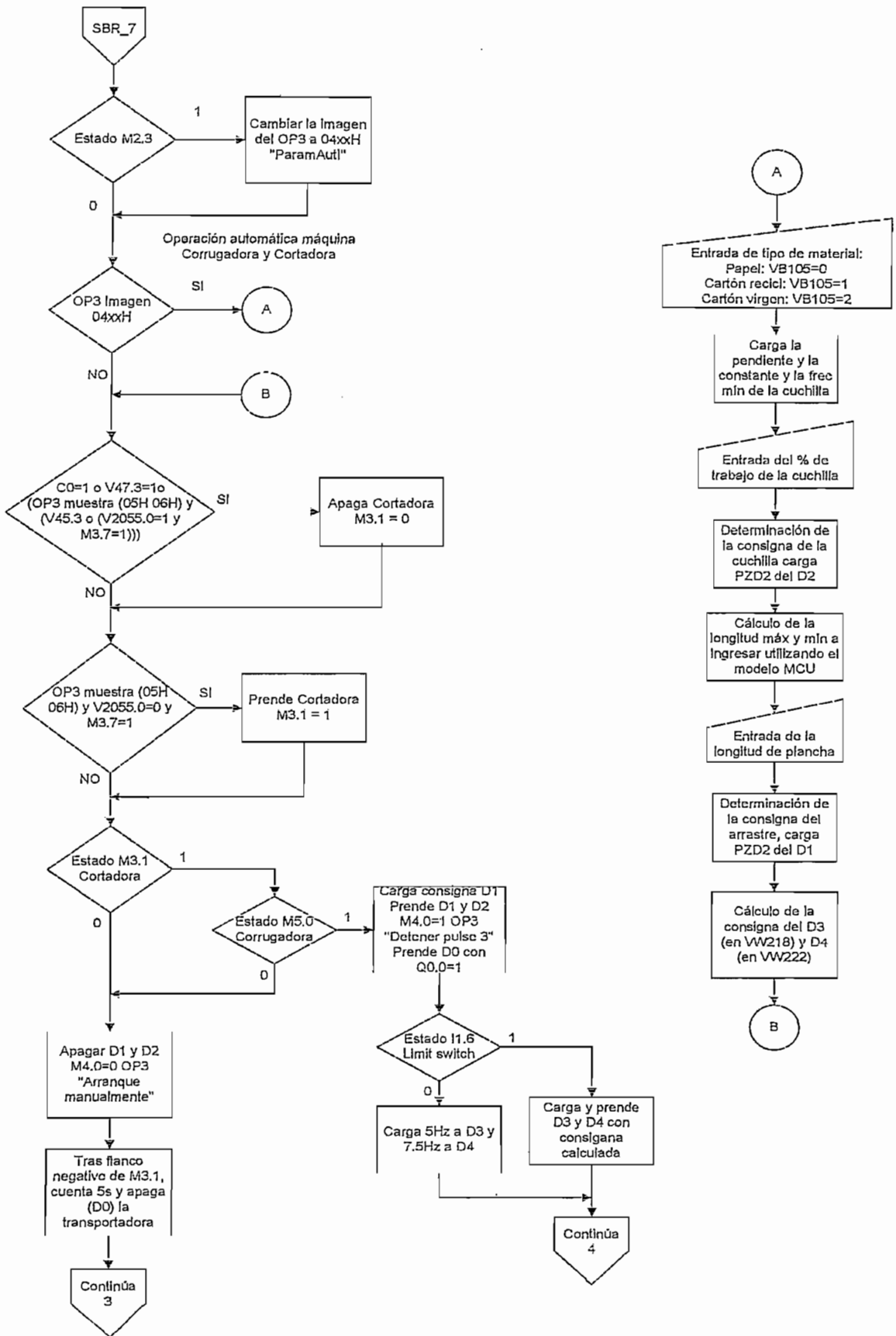


Diagrama de flujo 4.10 Subrutina detallada para operación automática unificada

Luego se procesa el cambio de pantallas en el OP3, de acuerdo a las condiciones adicionales descritas en el diagrama de flujo 4.11.

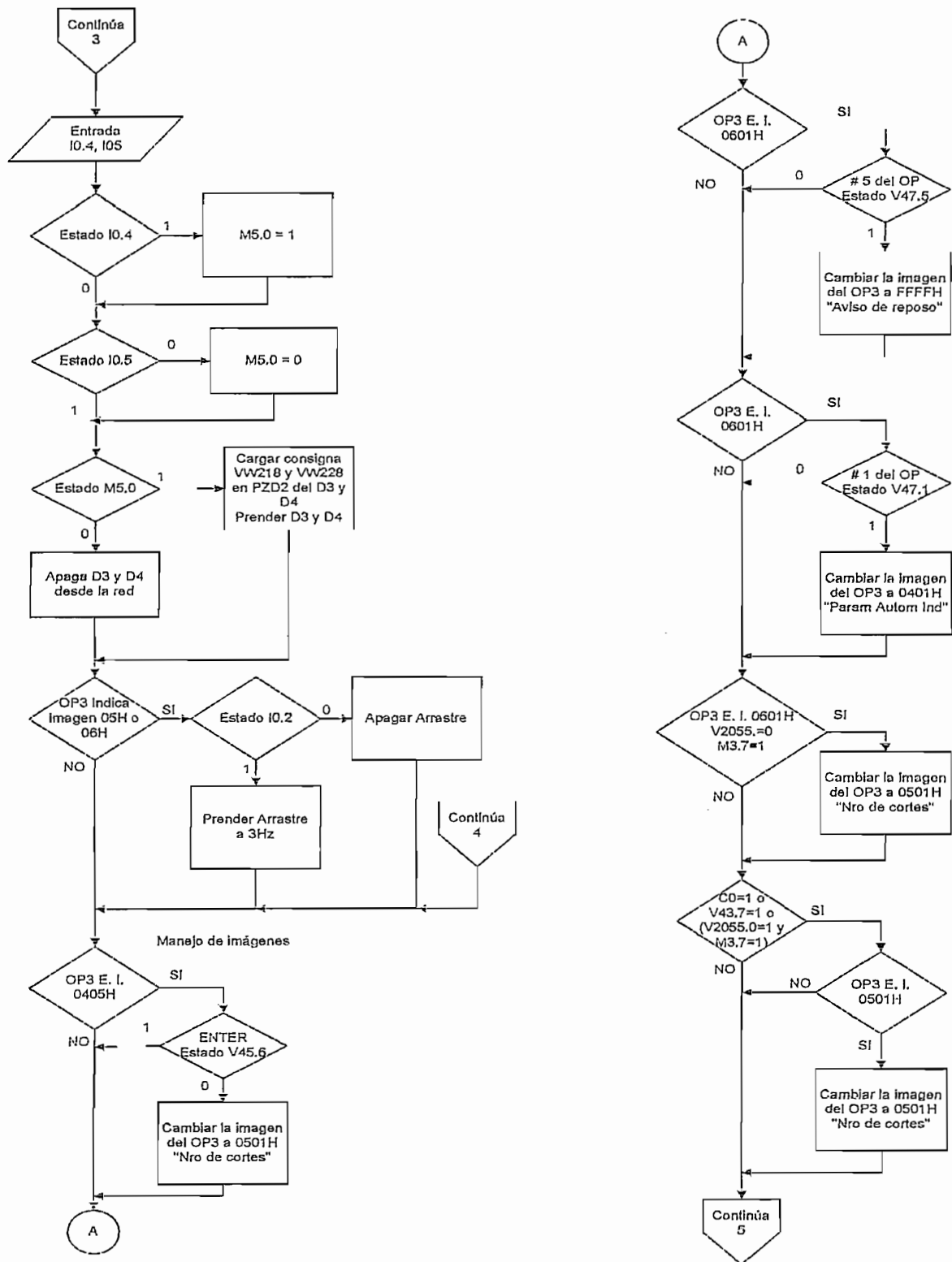


Diagrama de flujo 4.11 Subrutina detallada para operación automática unificada  
(continuación)

Por último se ejecutan las tareas relacionadas con el conteo del número de cortes como se muestra en el diagrama de flujo 4.12.

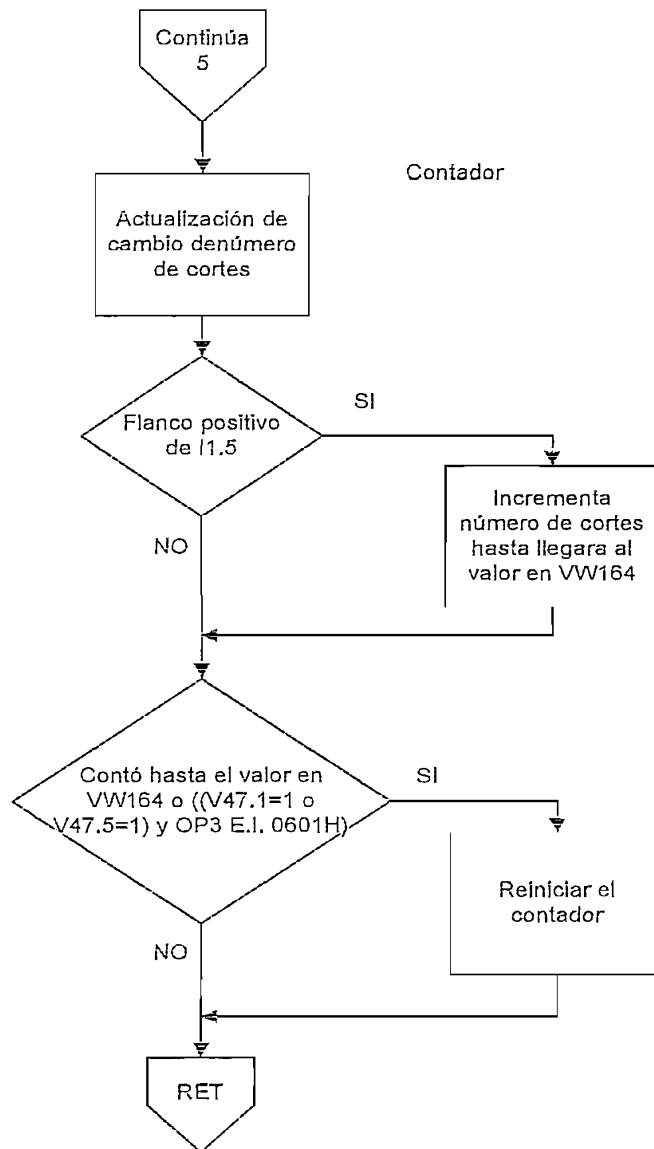


Diagrama de flujo 4.12 Subrutina detallada para operación automática unificada  
(continuación)

### 4.3 INTERFAZ DE OPERADOR

El OP3 es el medio de comunicación entre el usuario y la línea de producción de una manera simple y practica, cubriendo principalmente los requerimientos de la fábrica.

Al encender los equipos se visualiza en el panel operador (OP) un aviso de reposo como se muestra a continuación. Fig. 4.1:

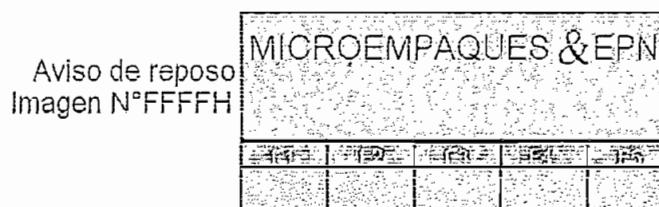


Figura 4.1 Aviso de reposo

Al mostrarse esta ventana el usuario debe pulsa ENTER para que el OP despliegue la imagen inicial mostrando el modo actual en que esta funcionando la línea Fig. 4.2.

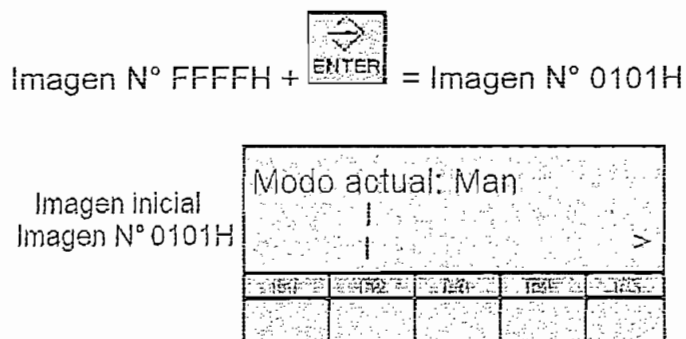


Figura 4.2 Imagen Inicial

El modo de funcionamiento puede ser Manual (Man), Automático Independiente (AutI) o Automático Unificado (AutU), en cualquiera de estos casos al pulsar la tecla del cursor derecho se despliega la siguiente ventana Fig. 4.3.



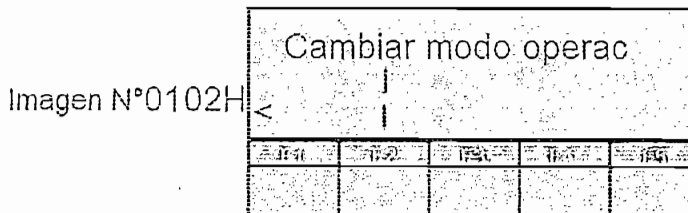


Figura 4.3 Cambio del modo de operación

En esta ventana el operador puede cambiar el modo de operación actual al pulsar SHIFT + F2 desplegando el OP la siguiente ventana Fig. 4.4.

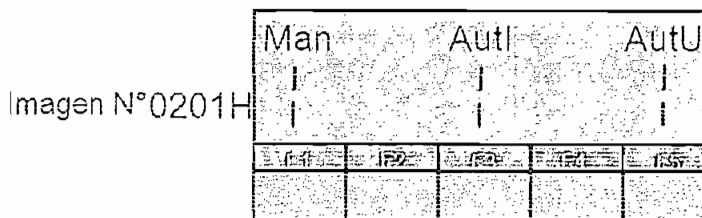


Figura 4.4 Selección del modo de operación

En esta imagen se puede seleccionar cualquiera de los tres modos referidos anteriormente, de la siguiente manera:

**Modo Manual**

Se accede presionando SHIFT + F1 en la imagen 0201H (Fig.4.4) y el OP muestra la 0101H Fig. 4.5.

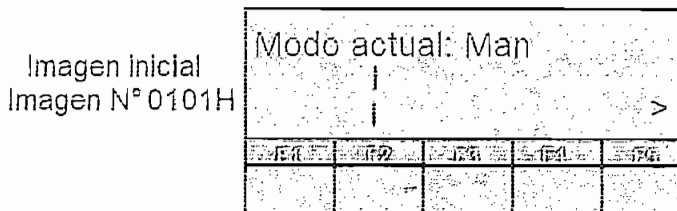
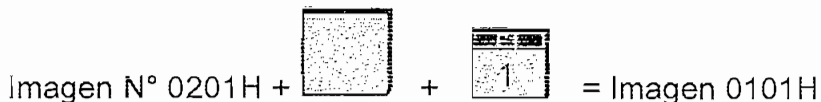




Figura 4.5 Modo actual de funcionamiento manual

Seguidamente el operador debe pulsar SHIFT + F2 y el OP muestra la Imagen siguiente Fig. 4.6.

Imagen N° 0101H +  +  = Imagen 0301H

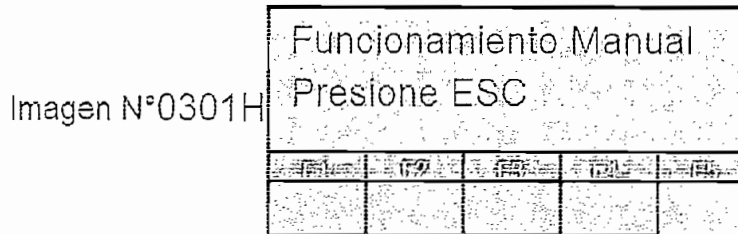


Figura 4.6 Funcionamiento manual

En esta ventana el operador al presionar ESC regresa al aviso de reposo, ventana FFFFH.

#### Modo Automático independiente

Se accede presionando SHIFT + F3 en la imagen 0201H (Fig. 4.4) y se visualiza la siguiente ventana Fig. 4.7.

Imagen N° 0201H +  +  = Imagen 0101H

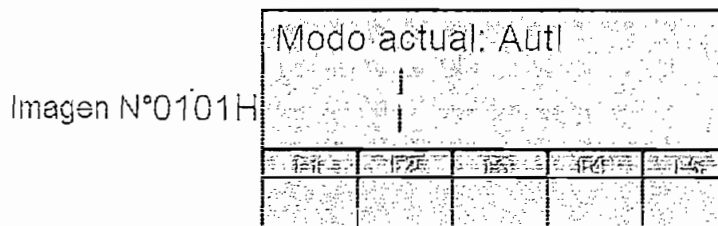




Figura 4.7 Modo actual de funcionamiento Automático independiente

El operador debe presionar SHIFT F2 para acceder a la configuración del modo automático independiente que inicia en siguiente ventana Fig. 4.8.

Imagen N° 0101H +  +  = Imagen 0401H

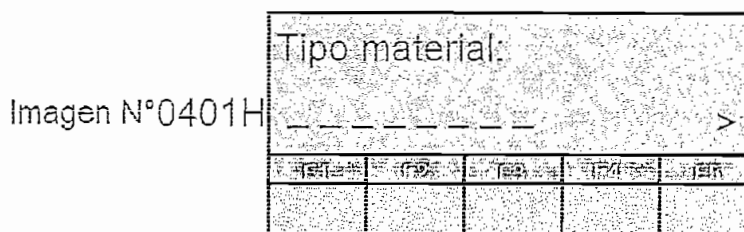


Figura 4.8 Cambio de tipo de material

En esta imagen se ingresa el tipo de material que se cortara, presionando SHIFT + tecla cursor superior se cambia el parámetro de la siguiente manera:



El material seleccionado es papel y en la Imagen se despliega Fig. 4.9:

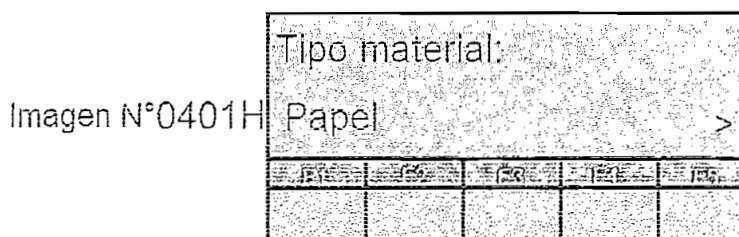
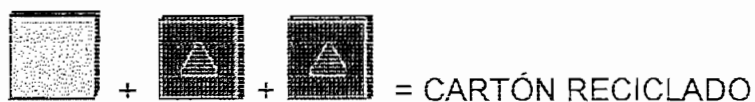


Figura 4.9 Tipo de material papel

Si se presiona SHIFT + dos veces el cursor superior



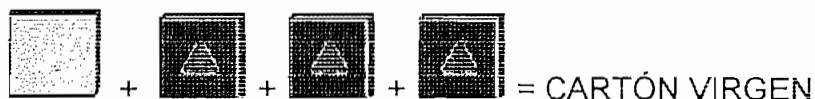
El material seleccionado es cartón reciclado y en la Imagen se despliega Fig. 4.10:



Figura 4.10 Tipo de material cartón reciclado



Si se presiona SHIFT + tres veces el cursor superior



El material seleccionado es cartón virgen y en la Imagen se despliega Fig. 4.11:

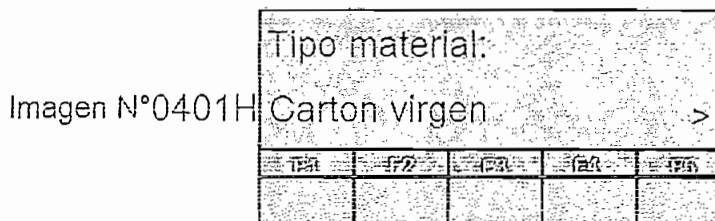


Figura 4.11 Tipo de material cartón virgen

Luego de seleccionar el tipo de material el operador debe pulsar el cursor derecho mostrando el OP la siguiente ventana Fig. 4.12 (si selecciono papel); Fig. 4.13 (si selecciono Cartón reciclado); Fig. 4.14 (Si selecciono cartón virgen).



Si selecciono Papel la imagen desplegada es la siguiente:

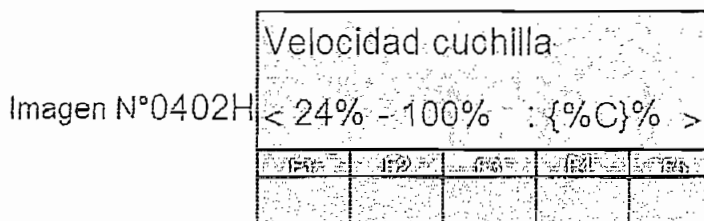


Figura 4.12 Ingreso de la velocidad de la cuchilla para papel.

Si selecciono Cartón reciclado la imagen desplegada es la siguiente:

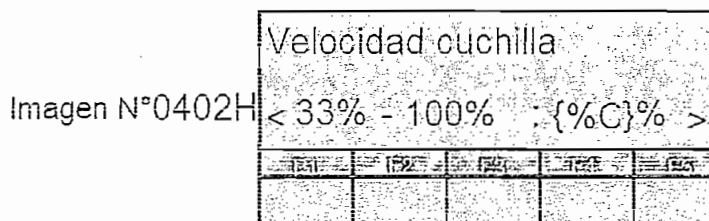


Figura 4.13 Ingreso de la velocidad de la cuchilla para cartón reciclado

Si selecciono Cartón virgen la imagen desplegada es la siguiente:

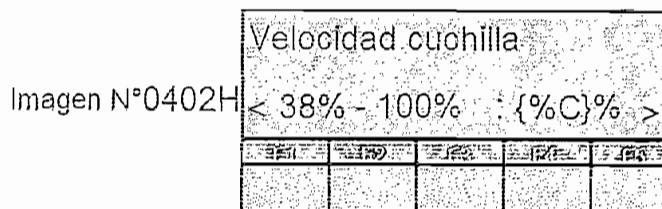


Figura 4.14 Ingreso de la velocidad de la cuchilla para cartón virgen

En cualquiera de estas ventana el operador debe ingresar el porcentaje de trabajo de la cuchilla, este valor es mostrado en la variable { %C }, y debe estar dentro de los límites indicados en cada imagen. En caso de ingresar un valor fuera del rango se despliega el siguiente aviso de sistema Fig. 4.15 hasta que se pulse ENTER.

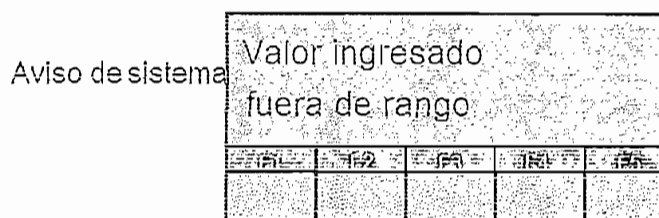


Figura 4.15 Aviso de sistema

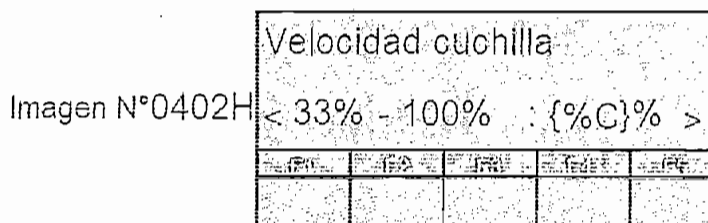
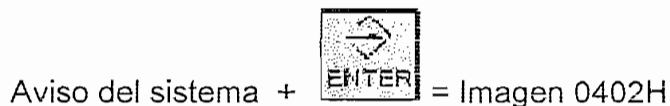
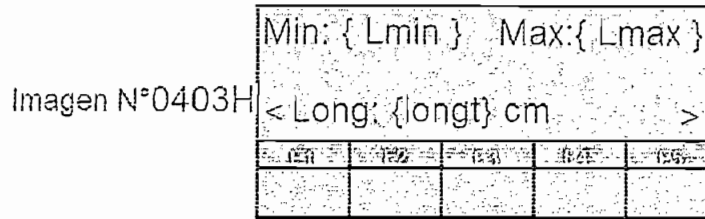


Figura 4.16 Ingreso de la velocidad de la cuchilla acorde al material escogido.

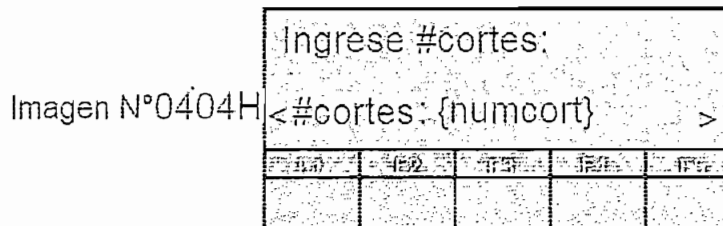
Luego de ingresar el valor correctamente el operador debe pulsar el cursor derecho y el OP muestra la siguiente Imagen Fig. 4.17:





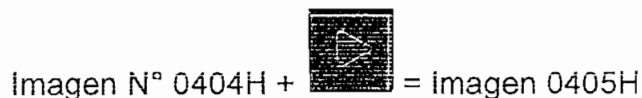
**Figura 4.17 Ingreso de la longitud del material a cortar**

En esta ventana la variable {Lmin} y {Lmax} indica las longitudes mínima y máxima que el operador puede digitar de acuerdo a los valores ingresados en las ventanas anteriores. La variable {Longt} muestra la longitud digitada por el operador y que debe estar dentro de los límites mostrados en la misma pantalla caso contrario ingresa al aviso de sistema de la figura 4.15 y solo sale de ella si se pulsa ENTER, regresando a la imagen 0403H (Fig. 4.17). Para pasar a la siguiente pantalla el operador debe pulsar el cursor derecho mostrando el OP la siguiente ventana Fig. 4.18.



**Figura 4.18 Ingreso de número de cortes a realizar.**

En esta ventana se ingresa el número de cortes a realizar, indicando el valor digitado por el operador en la variable {numcort}. Para pasar a la siguiente imagen el operador debe presionar el cursor hacia la derecha, desplegando el OP la siguiente imagen Fig. 4.19.



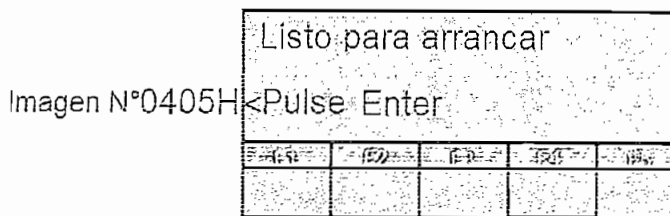


Figura 4.19 Datos ingresados exitosamente

Esta ventana muestra al operador que todos los datos han sido ingresados, y los equipos están listos para arrancar, al pulsar ENTER se despliega la siguiente ventana Fig. 4.20.

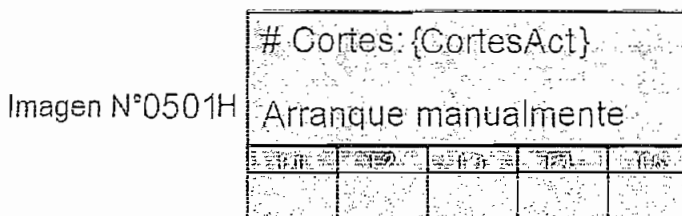


Figura 4.20 La máquina ya puede arrancar desde su panel de mando

En esta imagen la variable {CortesAct} indica el número de cortes actuales realizados en la máquina, inicialmente aparece en cero. El mensaje mostrado en la segunda línea "Arranque manualmente" indica que el operador ya puede encender la cortadora pulsando el botón ON ubicado en su panel de mando, cuando se ha realizado ésta operación el OP cambia a la siguiente ventana Fig. 4.21.

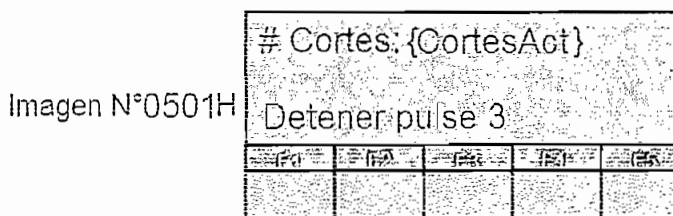




Figura 4.21 Cortadora en funcionamiento

La variable {CortesAct} muestra el número de cortes que esta realizando la cortadora actualmente.

El mensaje "Detener pulse 3" indica que la operación puede ser detenida desde el OP pulsando la tecla 3 o desde el panel de mando de la máquina pulsando OFF, cuando se realiza cualquiera de estas acciones o el número de cortes ingresado se ha completado, el OP despliega la siguiente imagen Fig. 4.22.

Imagen N° 0501H +  = Detiene cortadora y se muestra la Imagen 0601

El operador  = Detiene cortadora, OP muestra la Imagen 0601

El PLC  detecto que el #cortes ingresado se ha completado = Detiene cortadora, OP muestra la Imagen 0601H

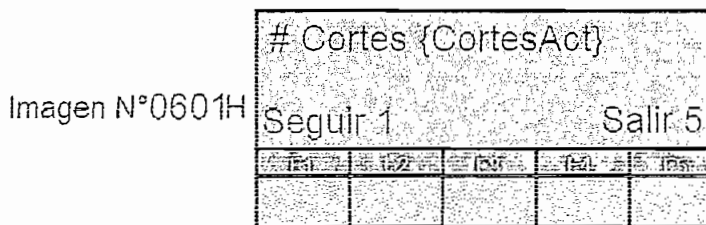


Figura 4.22 Cortadora detenida

En esta ventana, el operador puede realizar dos acciones; si desea cambiar los datos ingresados anteriormente (Tipo de material, Velocidad de la cuchilla, longitud, # cortes) pulsa la tecla 1 y regresa a la ventana 0401 Fig. 4.23. Si desea salir e ingresar un nuevo modo de operación digita 5 y regresa al aviso de reposo Fig. 4.25. En cualquiera de las acciones tomadas, la cortadora no encenderá hasta ingresar todos los datos nuevamente.

Imagen N° 0601H +  = Imagen 0401H

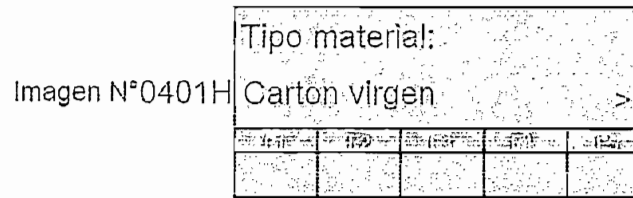


Figura 4.23 Imagen desplegada si se encogió Ingresar los datos nuevamente

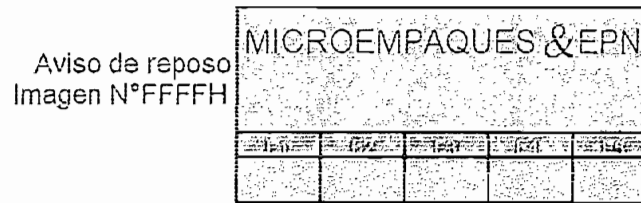
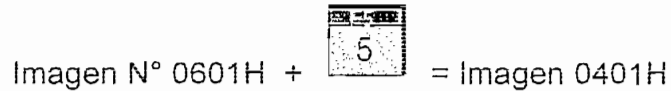


Figura 4.24 Imagen desplegada si se encogió cambiar el tipo de operación

### Modo Automático Unificado

Se accede presionando SHIFT + F5 cuando se muestra la imagen 0201H (Fig. 4.4) y se visualiza la siguiente ventana Fig. 4.26.

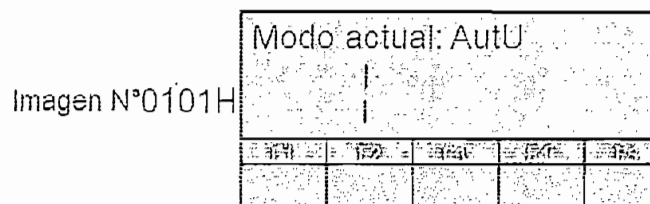
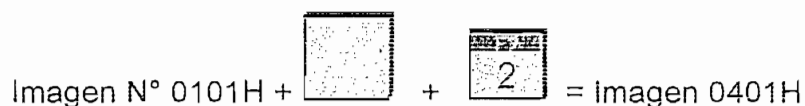


Figura 4.25 Modo actual de funcionamiento Automático unificado

El operador debe presionar SHIFT F2 para comenzar la configuración del modo automático Unificado, al hacerlo se despliega la siguiente ventana Fig. 4.27.



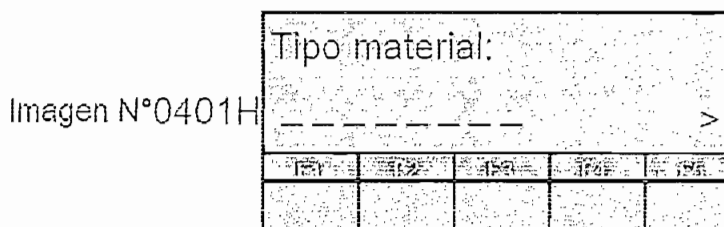
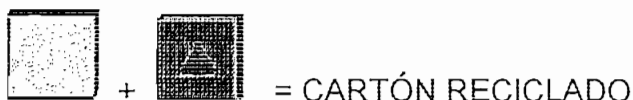


Figura 4.26 Selección del tipo de material

Se ingresa el tipo de material que se cortara en la máquina presionando SHIFT + tecla cursor superior o inferior de la siguiente manera:



En la misma Imagen de despliega Fig. 4.28:

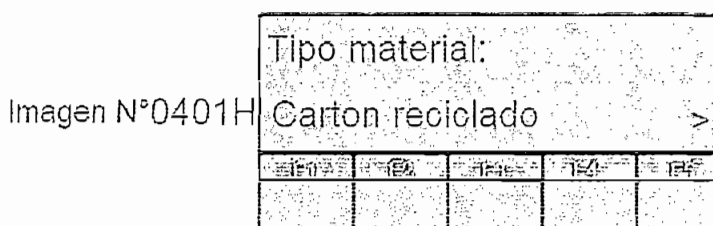


Figura 4.27 Tipo de material papel

Si se presiona SHIFT + dos veces el cursor superior



En la misma Imagen se despliega Fig. 4.29:



Figura 4.28 Tipo de material cartón reciclado

En este punto las ventanas y la configuración es la misma que presenta automático independiente desde el ingreso de la velocidad de la cuchilla en la imagen 0402H Fig. 4.12 considerando que no existe en el tipo de material: papel, para automático unificado.

## Avisos de Sistema

### Aviso PLC en modo Term

Este aviso se despliega cuando el selector ubicado en el PLC se encuentra en modo Term. Sale del aviso si se pulsa ENTER, y el OP regresa a la última venta en que se encontraba. El aviso desplegado es el siguiente Fig. 4.30.

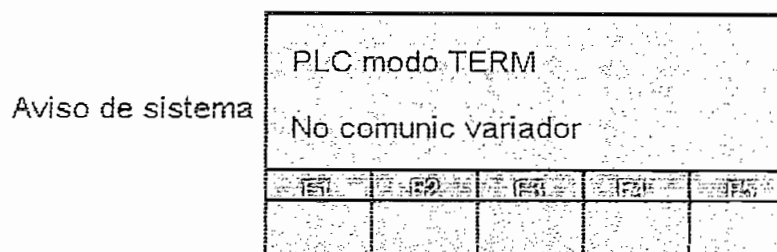


Figura 4.29 Aviso PLC en modo TERM

En la imagen desplegada el texto "PLC modo TERM" se muestra de manera parpadeante, mientras que "No comunic variador" esta visible todo el tiempo.

### Aviso Modo igual

Este aviso se despliega cada vez que el operador realice un cambio de "Modo de Operación" y el nuevo modo elegido sea el mismo con el que está operando las máquinas. Se sale del aviso pulsando ENTER, y el OP despliega la última venta en que se encontraba. El aviso desplegado es el siguiente Fig. 4.31.

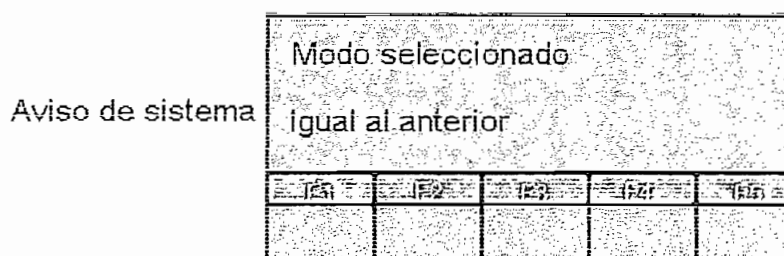


Figura 4.30 Modo igual que el anterior

El texto "Modo selección" aparece en forma estática mientras que el texto "igual al anterior" se muestra en el PLC de forma parpadeante.



## 4.4 CONFIGURACIÓN DE LOS DRIVES

### 4.4.1.1.1 Parámetros importantes del MMV y MDV para el proyecto

A continuación, se presenta la lista de parámetros reducida del MDV que se utiliza, en el presente proyecto Tabla 4.10.

Parámetros relacionados con el convertidor			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P000	Visualización de estado --	--	
P001	Selección en pantalla	0 - 9 [0]	5
P007	Habilitación / deshabilitación del panel frontal	0 - 1 [1]	0
P009	Ajuste de protección de parámetros	0 - 3 [0]	3
P101	Operaciones Europa / USA	0 - 1 [0]	1
P971	Almacenamiento sobre EEPROM	0 - 1 [1]	1

Parámetros relacionados con los datos del motor			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P012	Frecuencia mínima del motor (Hz)	0,00 - 650,00 [0,00]	5
P013	Frecuencia máxima del motor (Hz)	0,00 - 650,00 [50,00]	60
P074	Reducción de la potencia en el motor para protección de temperatura	0 - 7 [0]	1
P077	Modo de control	0 - 3 [1]	3
P079	Boost en el arranque (%)	0 - 250 [0]	120
P080	Factor de potencia nominal de la placa de características (cosφ)	0,00 - 1,00 [50,00]	0,82
P081	Frecuencia nominal del motor (Hz)	0,00 - 650,00 [ ]	60
P082	Velocidad nominal del motor (RPM)	0 - 9999 [ ]	1770
P083	Intensidad nominal del motor (A)	0.1 - 99,9 [ ]	28
P084	Tensión nominal del motor (V)	0 - 1000 [ ]	220
P085	Potencia nominal del motor (kW)	0.12 - 75,0 [ ]	15,08
P088	Calibración automática	0 - 1 [1]	0
P089	Resistencia del estátor ( Ohm)	0,01 - 199,00 [ ]	0,14

Parámetros relacionados con las entradas y salidas digitales			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P051	Selección de la función para DIN 1 (terminal 5)	0 - 24 [1]	1
P052	Selección de la función para DIN 2 (terminal 6)	0 - 24 [2]	7
P053	Selección de la función para DIN 3 (terminal 7)	0 - 24 [6]	11
P054	Selección de la función para DIN 4 (terminal 8)	0 - 24 [6]	12
P055	Selección de la función para DIN 5 (terminal 16)	0 - 24 [6]	6/9
P061	Selección de la función relé de salida]	0 - 13 [6]	1
P062	Selección de la función relé de salida	0 - 13 [8]	1

Parámetros relacionados con las entradas y salidas analógicas			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P021	Frecuencia mínima analógica ( Hz )	0,00 - 650,00 [50,00]	0
P022	Frecuencia máxima analógica ( Hz )	0,00 - 650,00 [50,00]	60
P025	Salida analógica	0 - 105 [0]	100
P321	Entrada analógica 2 – Frecuencia mínima	0,00 - 650,00 [0,00]	0
P322	Entrada analógica 2 – Frecuencia máxima	0,00 - 650,00 [0,00]	60

Parámetros relacionados con el canal de consigna y generador de rampa			
Nro P	Nombre	Min - Max [Def]	Val par
P002	Tiempo de aceleración (segundos)	0 - 650,0 [10,0]	10
P003	Tiempo de desaceleración (segundos)	0 - 650,0 [10,0]	10
P006	Selección del tipo de consigna	0 - 3 [0]	0/1

Tabla 4.10 Parámetros utilizados en el MidiMaster

#### 4.4.1.1.2 Parámetros importantes del MasterDrive VC para el proyecto

Seguidamente se presenta una lista de parámetros reducida del Master Drive VC, contemplando los usados en el proyecto Tabla 4.11.

Parámetros de datos del motor					
Nro P	Nombre	Ind	Texto índice	Val par	Dim
P095	Tipo de motor	1	JdD-Motor 1	11 Asínc./síncNEMA	
P101	U nomin. motor	1	JdD-Motor 1	220	V
P102	I nomin. motor	1	JdD-Motor 1	21,8	A
P105	P nomin. motor	1	JdD-Motor 1	7.5	h
P106	Rendm.nom. motor	1	JdD-Motor 1	93.0	%
P107	Frec.nomin.motor	1	JdD-Motor 1	60.00	Hz
P108	Vel.nomin.motor	1	JdD-Motor 1	1707.1	min <sup>-1</sup>
P109	N°pares pol.mot.	1	JdD-Motor 1	2	
P113	Par nom. motor	1	JdD-Motor 1	68.70	Nm
P115	Calc.model.motor			0 Retorno	

Parámetros de funciones					
Nro P	Nombre	Ind	Texto índice	Val par	Dim
P350	Int.de referenc.			21.8	A
P351	Tens.d.referenc.			220	V
P352	Frec.d.referenc.			60.00	Hz
P353	Vel. d.referenc.			1800	min <sup>-1</sup>
P354	Par d.referencia			68.70	Nm
P357	Tiempo de ciclo			2424.4	ms

Continúa.....

.....Viene

P368	Sel.consigna			4	USS	
P382	Refrig. motor	1	JdD-Motor 1	0	Autoventilac.	
P383	Temp. motor T1	1	JdD-Motor 1	100		s

## Parámetros para el canal de consigna

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P462	Tiempo aceler.	1	JD funcional.1	1.1	
P464	Tiempo deceler.	1	JD funcional.1	10.0	
P465	Unidad tiem.dec.	1	JD funcional.1	0	Segundos

## Parámetros para el control U/f

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P330	Línea carac.	1	JdD-Motor 1	0	lineal
P100	Tipo Contr./Reg.	1	JdD-Motor 1	1	Característ. U/f

## Parámetros para la unidad de control

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P339	Lib. mod.flancos	1	JdD-Motor 1	0	Todos sistemas
P340	Frec.de impulsos	1	JdD-Motor 1	2.5	kHz

## Parámetros para mando/estado

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P554	Fte. CON./DES.1	1	JdD BICO 1	B619	O 0.90
		2	JdD BICO 2	B22	Entr. digital 7
P590	Fte. JdD-BICO			B14	Entr. digital 3

## Parámetros generales

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P071	U conex. conver.			220	V

## Parámetros de componentes libres

Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
U166	Ft.1 Co.conmut.1			B18	Entr. digital 5
U167	Ft.2 Co.conmut.1	1	Entrada	K13	Consigna EA 2
		2	Entrada	K11	Consigna EA 1
U221	Fuente Y 1	1		B18	Entr. digital 5
		2		B22	Entr. digital 7
		3		B1	Binector fijo 1
U239	Fuente O 1	1		B601	Y 0.78
		2		B602	Y 0.79

Continúa.....

.....Viene

	3	B0 Binector fijo 0
--	---	--------------------

Parámetros de liberación					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
U950	Tiempo de ciclo1	1	Función test T2	20	
		78	Elemento Y 1	3	
		90	Elemento O 1	3	

Tabla 4.11 Parámetros utilizados en el MasterDrive

#### 4.4.1.1.3 Parámetros importantes del MM420 para el proyecto

Presentamos una lista de parámetros reducida de los MM420, contemplando los que se manejan en el presente proyecto Tabla 4.12., y las coincidencias para los convertidores de la cuchilla y el rodillo de arrastre.

Parámetros relacionados con el convertidor D1 y D2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
r0000	Visualizador del accionamiento				
P0003	Nivel de acceso de usuario	1	Nivel experto	3	
P0005	Selección de la indicación	1	Frecuencia real	21	
P0010	Filtro paráms para puesta serv.	1		0	Prep
P0100	Europa / America del Norte	1	Nort America (hp) 60Hz	1	
P0971	Transferencia de datos de la RAM	1	Deshabilitado	0	
P2000	Frecuencia de referencia	1		60.00	Hz
P3900	Fin de la puesta en servicio ráp	1		0	
P1800	Frecuencia pulsación	1		16	kHz
P1820	Secuencia fases salida invertida	1	Off	0	

Parámetros relacionados con Datos del Motor D1					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P0300	Selección del tipo de motor	1	Motor asíncrono	1	
P0304	Tensión nominal del motor	1		220	V
P0305	Corriente nominal del motor	1		9	A
P0307	Potencia nominal del motor	1		2,2	KW
P0308	cosPhi nominal del motor	1		0	
P0310	Frecuencia nominal del motor	1		60	Hz
P0311	Velocidad nominal del motor	1		1750	min <sup>-1</sup>
P0340	Cálculo de parámetros del motor	1	Sin cálculo	0	

Continúa.....

.....Viene

Parámetros relacionados con Datos del Motor D2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P0300	Selección del tipo de motor	1	Motor asíncrono	1	
P0304	Tensión nominal del motor	1		220	V
P0305	Corriente nominal del motor	1		13,6	A
P0307	Potencia nominal del motor	1		5	KW
P0308	cosPhi nominal del motor	1		0	
P0310	Frecuencia nominal del motor	1		60	Hz
P0311	Velocidad nominal del motor	1		1715	Min <sup>-1</sup>
P0340	Cálculo de parámetros del motor	1	Sin cálculo	0	

Parámetros relacionados con Ordenes y I/O digitales D1 y D2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
r0054	CO/BO:Valor real Palabra mando 1	1			
P0700	Selección fuente de ordenes	1	Terminal/USS	2/5	
P0701	Función de la entrada digital 1	1	ON inverso/OFF1	2	
P0702	Función de la entrada digital 2	1	Inversión	12	
P0703	Función de la entrada digital 3	1	Acuse de fallo	9	
P0704	Función de la entrada digital 4	1	Deshabilitada	0	
P0840	BI: ON/OFF1	1	Pal.ctr1 des.con. COM(USS)	2036.0	
P1020	BI: Selección Frec. fija Bit 0	1		0	
P1021	BI: Selección Frec. fija Bit 1	1		0	
P1022	BI: Selección Frec. fija Bit 2	1		0	
P1055	BI: Habilitar JOG derecha	1		0	
P1056	BI: Habilitar JOG izquierda	1		0	

Parámetros relacionados con Canal de consigna & Generador rampa D1 y D2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
P1000	Selecc. consigna de frecuencia	1	Terminal/USS	2/5	
P1080	Frecuencia mínima			5.00	Hz
P1082	Frecuencia máx.			60.00	Hz
P1120	Tiempo de aceleración			10.00	s
P1121	Tiempo de deceleración			10.00	s

Parámetros relacionados con Control del motor D1 y D2					
Nro P	Nombre	Ind	Texto indice	Val par	Dim
r0021	CO: Frecuencia real	1			Hz
P1300	Modo de control	1	V/f lineal	0	
P1310	Elevación continua	1		250.0	%
P1311	Elevación para aceleración	1		250.0	%
P1312	Elevación en arranque	1		250.0	%
P1350	Tensión de arranque suave	1	OFF	0	

Tabla 4.12 Parámetros utilizados en los MicroMaster 420

## CAPÍTULO 5

### PRUEBAS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

#### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe las pruebas realizadas para comprobar el funcionamiento del sistema implementado en la fábrica y en base a los resultados obtenidos, verter conclusiones de su operación y por último recomendar ciertos aspectos que se debe tomar en cuenta para un mejor desempeño del mismo.

#### 5.1 PRUEBAS

Las pruebas consisten en: ingresar un tipo de material, una determinada longitud, un porcentaje de trabajo para la cuchilla y una cantidad de cortes a realizar, utilizando para esto, el panel operador; luego arrancar la máquina cortadora, y de todas las láminas salientes, medir su longitud. Durante la operación de la máquina, es detenida y arrancada varias veces, para también determinar con los datos obtenidos, cuantos cortes inicialmente no tienen la longitud asignada.

##### 5.1.1 PRUEBA 1. CORTES EN CARTÓN RECICLADO

Los parámetros ingresados en el panel operador para la prueba 1, se detallan a continuación:

Modo de la línea de producción: Automático Independiente.

Tipo de material: Cartón reciclado.

Longitudes de lámina: Primeramente 55cm y luego 92cm.

Porcentaje de trabajo de la cuchilla: 38.48% de la frecuencia nominal en los dos casos.

Número de cortes: Primero 60 y después 69 planchas.

Durante esta prueba, el sistema funciona intermitentemente. Por cada arranque se corta 10 planchas para medir su longitud.

Orden de los datos	Longitud ingresada	Longitud medida	Error absoluto
	[cm]	[cm]	[cm]
1ro	55	57,5	2,5
2do	55	54,5	0,5
3ro	55	54,2	0,8
4to	55	55	0
5to	55	54,2	0,8
6to	55	55	0
7mo	55	54,2	0,8
8vo	55	54,2	0,8
9no	55	54,5	0,5
10mo	55	55	0
1ro	55	56,5	1,5
2do	55	54,1	0,9
3ro	55	54,5	0,5
4to	55	54,7	0,3
5to	55	54,7	0,3
6to	55	54,5	0,5
7mo	55	54,2	0,8
8vo	55	54,5	0,5
9no	55	54,6	0,4
10mo	55	54,5	0,5
1ro	55	58	3
2do	55	54,2	0,8
3ro	55	54,5	0,5
4to	55	54,7	0,3
5to	55	54,7	0,3
6to	55	54,2	0,8
7mo	55	54,7	0,3
8vo	55	54,8	0,2
9no	55	54,7	0,3
10mo	55	54,5	0,5
1ro	55	57	2
2do	55	54,8	0,2
3ro	55	54,9	0,1
4to	55	54,5	0,5
5to	55	55,5	0,5
6to	55	55,2	0,2
7mo	55	55	0
8vo	55	55	0
9no	55	55	0
10mo	55	55,2	0,2
1ro	55	53	2
2do	55	54,3	0,7
3ro	55	54,7	0,3
4to	55	55	0
5to	55	55	0
6to	55	54,7	0,3
7mo	55	55	0
8vo	55	55	0
9no	55	54,8	0,2
10mo	55	54,6	0,4
1ro	55	53	2
2do	55	55	0
3ro	55	55	0
4to	55	54,8	0,2
5to	55	54,2	0,8
6to	55	54,5	0,5
7mo	55	55	0
8vo	55	55	0
9no	55	54,8	0,2
10mo	55	54,9	0,1
1ro	92	98	6
2do	92	91,2	0,8
3ro	92	91,5	0,5
4to	92	91,5	0,5
5to	92	91,5	0,5
6to	92	91,5	0,5
7mo	92	91,8	0,2

8vo	92	91,8	0,2
9no	92	91,8	0,2
10mo	92	91,8	0,2
1ro	92	98	6
2do	92	91,5	0,5
3ro	92	91,5	0,5
4to	92	91,2	0,8
5to	92	91,2	0,8
6to	92	91,6	0,4
7mo	92	91,5	0,5
8vo	92	91,5	0,5
9no	92	91,5	0,5
10mo	92	92,5	0,5
1ro	92	94,7	2,7
2do	92	91,7	0,3
3ro	92	91	1
4to	92	91	1
5to	92	91,2	0,8
6to	92	91	1
7mo	92	91,7	0,3
8vo	92	91	1
9no	92	91,5	0,5
10mo	92	90,5	1,5
1ro	92	99	7
2do	92	91,5	0,5
3ro	92	91,5	0,5
4to	92	91,5	0,5
5to	92	92	0
6to	92	91,8	0,2
7mo	92	91,8	0,2
8vo	92	91,8	0,2
9no	92	91,8	0,2
10mo	92	91,8	0,2
1ro	92	98	6
2do	92	91	1
3ro	92	91	1
4to	92	91,5	0,5
5to	92	91,5	0,5
6to	92	92	0
7mo	92	91,5	0,5
8vo	92	92	0
9no	92	91,8	0,2
10mo	92	92	0
1ro	92	90	2
2do	92	91	1
3ro	92	91,8	0,2
4to	92	91	1
5to	92	91,5	0,5
6to	92	91,7	0,3
7mo	92	92	0
8vo	92	91,5	0,5
9no	92	92	0
10mo	92	93,5	1,5
1ro	92	86,5	5,5
2do	92	90,5	1,5
3ro	92	91	1
4to	92	91,5	0,5
5to	92	91,5	0,5
6to	92	92	0
7mo	92	91,5	0,5
8vo	92	91,5	0,5
9no	92	92	0
10mo	92	91,5	0,5

Tabla 5.1 Resultados del corte de cartón reciclado

El promedio de error absoluto es: 0.522cm y 0.963cm y la media de los datos de longitud es: 54.808cm y 91.886, para 55cm y 92cm, respectivamente.

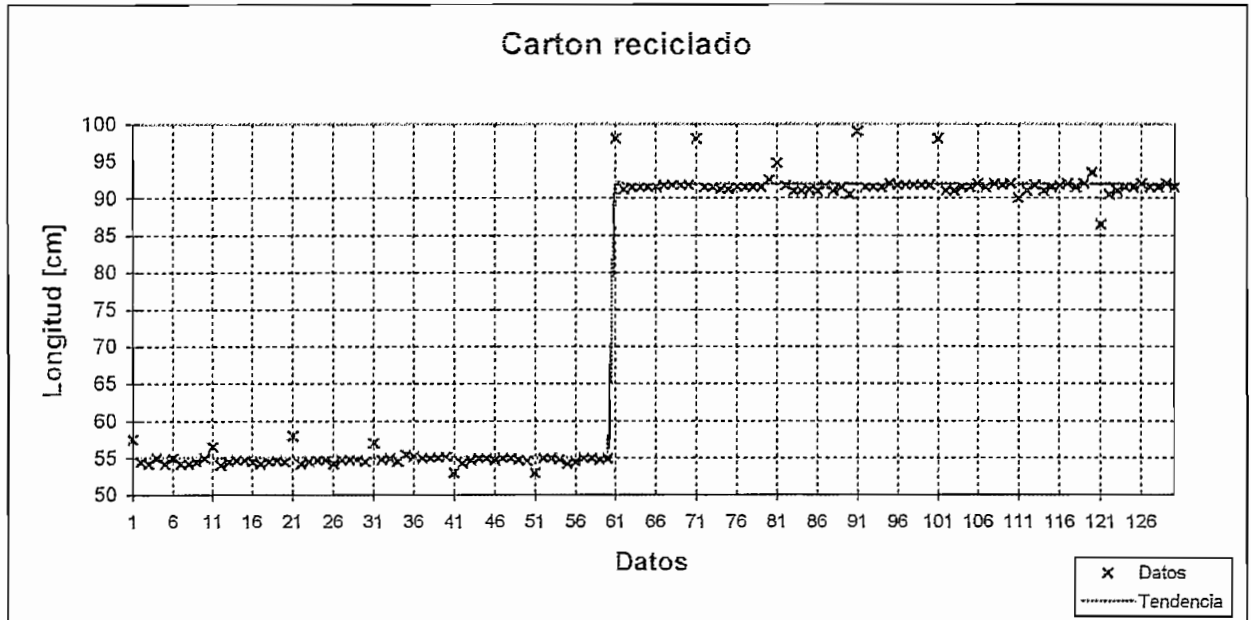


Figura 5.1 Tendencia de los datos muestreados en cartón reciclado

### 5.1.2 PRUEBA 2. CORTES EN PAPEL

Desde el panel operador, se ingresan los siguientes parámetros:

Modo de la línea de producción: Automático Independiente.

Tipo de material: Papel.

Longitud de lámina: 56cm.

Porcentaje de trabajo de la cuchilla: 60% de la frecuencia nominal.

Número de cortes: 243 planchas.

Durante 4 horas de trabajo continuo de la fábrica, se mide la longitud de 61 planchas de papel por cada hora de trabajo.

Orden de los datos	Longitud ingresada [cm]	Longitud medida [cm]	Error absoluto [cm]
1ro	56	56	0
2do	56	55,9	0,1
3ro	56	55,9	0,1
4to	56	56,1	0,1
5to	56	56	0

6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	56	0
9no	56	56,8	0,8
10mo	56	56,9	0,9
1ro	56	56	0
2do	56	56	0

Continúa.....



.....Viene

3ro	56	56,2	0,2
4to	56	55,8	0,2
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	56,2	0,2
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	56	0
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	56,1	0,1
5to	56	56	0
6to	56	56,2	0,2
7mo	56	55,8	0,2
8vo	56	55,8	0,2
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	55,8	0,2
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,9	0,1
3ro	56	56	0
4to	56	56,3	0,3
5to	56	56	0
6to	56	56,1	0,1
7mo	56	55,9	0,1
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56,4	0,4
1ro	56	56,3	0,3
2do	56	55,6	0,4
3ro	56	55,6	0,4
4to	56	56	0
5to	56	56,3	0,3
6to	56	56,3	0,3
7mo	56	61,9	5,9
8vo	56	55,8	0,2
9no	56	56	0
10mo	56	56,1	0,1
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	55,9	0,1
5to	56	56,2	0,2
6to	56	55,9	0,1
7mo	56	55,8	0,2
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56,1	0,1
1ro	56	56,1	0,1
2do	56	56,1	0,1
3ro	56	55,9	0,1
4to	56	55,9	0,1
5to	56	55,8	0,2
6to	56	55,9	0,1
7mo	56	55,7	0,3
8vo	56	55,7	0,3
9no	56	56	0
10mo	56	56,1	0,1
1ro	56	55,9	0,1
2do	56	56,5	0,5
3ro	56	56,2	0,2
4to	56	56,1	0,1
5to	56	56,1	0,1
6to	56	55,9	0,1
7mo	56	65	9
8vo	56	55,5	0,5
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	55,6	0,4
1ro	56	56	0

2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	56	0
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	56	0
9no	56	55,6	0,4
10mo	56	55,9	0,1
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	55,8	0,2
5to	56	55,8	0,2
6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	55,6	0,4
9no	56	55,7	0,3
10mo	56	55,9	0,1
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,8	0,2
3ro	56	55,8	0,2
4to	56	55,8	0,2
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56,1	0,1
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,8	0,2
3ro	56	55,8	0,2
4to	56	55,8	0,2
5to	56	56	0
6to	56	55,5	0,5
7mo	56	55,9	0,1
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56	0
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	56	0
5to	56	55,7	0,3
6to	56	55,8	0,2
7mo	56	55,9	0,1
8vo	56	55,9	0,1
9no	56	55,9	0,1
10mo	56	55,8	0,2
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,7	0,3
3ro	56	55,7	0,3
4to	56	56	0
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	56,2	0,2
8vo	56	56,2	0,2
9no	56	56	0
10mo	56	55,7	0,3
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,9	0,1
3ro	56	55,9	0,1
4to	56	55,3	0,7
5to	56	55,5	0,5
6to	56	55,5	0,5
7mo	56	56	0
8vo	56	55,9	0,1
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	56,2	0,2

Continúa.....

.....Viene

1ro	56	55,8	0,2
2do	56	55,8	0,2
3ro	56	55,8	0,2
4to	56	56	0
5to	56	56	0
6to	56	56,4	0,4
7mo	56	56	0
8vo	56	55,7	0,3
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	56	0
1ro	56	57,1	1,1
2do	56	55,5	0,5
3ro	56	55,8	0,2
4to	56	56,3	0,3
5to	56	55	1
6to	56	55,8	0,2
7mo	56	55,7	0,3
8vo	56	55,9	0,1
9no	56	56	0
10mo	56	56	0
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	55,9	0,1
5to	56	55,9	0,1
6to	56	55,9	0,1
7mo	56	55,5	0,5
8vo	56	55,7	0,3
9no	56	55,9	0,1
10mo	56	55,5	0,5
1ro	56	55,5	0,5
2do	56	55,7	0,3
3ro	56	56	0
4to	56	56,2	0,2
5to	56	56	0
6to	56	55,5	0,5
7mo	56	56	0
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56	0
1ro	56	55,5	0,5
2do	56	55,7	0,3
3ro	56	55,8	0,2
4to	56	55,8	0,2
5to	56	55,8	0,2
6to	56	55,9	0,1
7mo	56	55,9	0,1
8vo	56	56	0
9no	56	56	0
10mo	56	56,1	0,1
1ro	56	56,5	0,5
2do	56	55,5	0,5
3ro	56	55,7	0,3
4to	56	55,7	0,3
5to	56	55,7	0,3
6to	56	55,8	0,2
7mo	56	55,8	0,2
8vo	56	55,9	0,1
9no	56	56	0
10mo	56	56	0
1ro	56	56,1	0,1
2do	56	56,8	0,8
3ro	56	54,5	1,5
4to	56	56	0
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	56	0
8vo	56	55,7	0,3
9no	56	55,7	0,3

10mo	56	56	0
1ro	56	56	0
2do	56	56	0
3ro	56	56	0
4to	56	55,6	0,4
5to	56	55,7	0,3
6to	56	55,8	0,2
7mo	56	55,9	0,1
8vo	56	55,7	0,3
9no	56	56	0
10mo	56	56	0
1ro	56	55,7	0,3
2do	56	55,8	0,2
3ro	56	55,9	0,1
4to	56	55,9	0,1
5to	56	56	0
6to	56	56	0
7mo	56	55,8	0,2
8vo	56	55,8	0,2
9no	56	55,8	0,2
10mo	56	55,8	0,2

Tabla 5.2 Resultados del corte de papel

El promedio de error absoluto es 0.202cm

La media de los datos de longitud es: 55.982cm

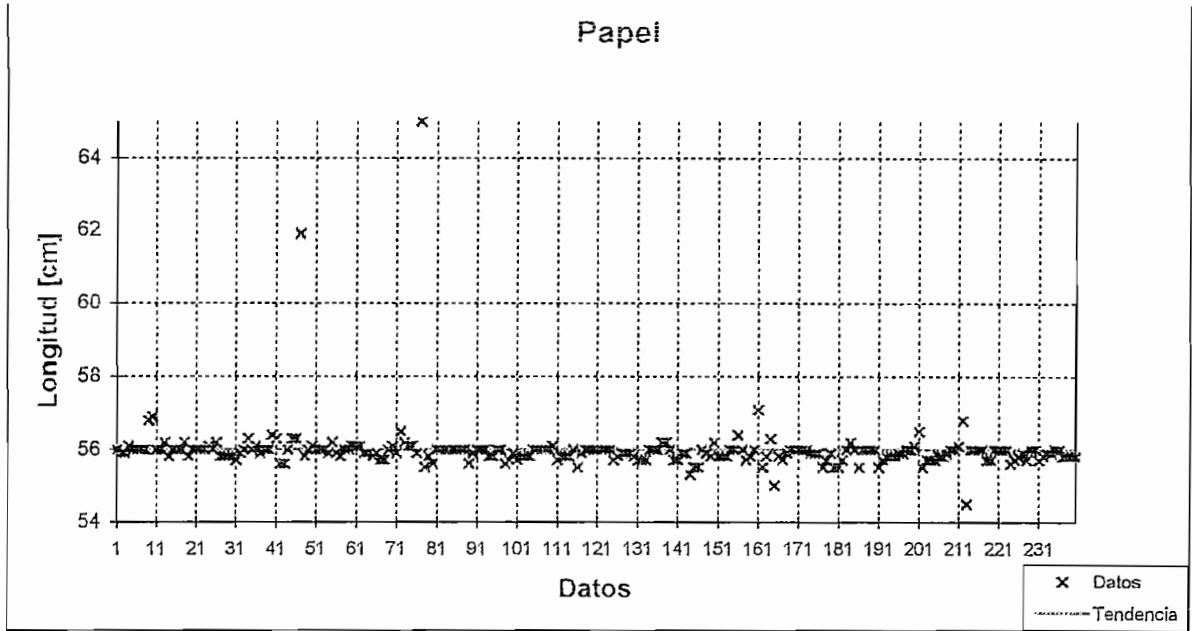


Figura 5.2 Tendencia de los datos muestreados en papel

**5.1.3 PRUEBA 3. CORTES EN CARTÓN VIRGEN**

Al panel operador, se ingresan los siguientes parámetros:

Modo de la línea de producción: Automático Independiente.

Tipo de material: Cartón Virgen.

Longitud de lámina: 65cm.

Porcentaje de trabajo de la cuchilla: 60% de la frecuencia nominal.

Número de cortes: 242 planchas.

Por último, en 3 horas de trabajo continuo de la cortadora, se toma las longitudes de 81 planchas de cartón virgen por cada hora de trabajo.

Orden de los datos	Longitud ingresada [cm]	Longitud medida [cm]	Error absoluto [cm]
1ro	65	63,3	1,7
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	64,3	0,7
5to	65	64,6	0,4
6to	65	64,5	0,5

7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64	1
9no	65	64,6	0,4
10mo	65	64,6	0,4
1ro	65	64,7	0,3
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	65	0

Continúa.....

.....Viene

5to	65	64	1
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,8	0,2
9no	65	64,8	0,2
10mo	65	65	0
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,4	0,6
8vo	65	64,3	0,7
9no	65	64,4	0,6
10mo	65	64,1	0,9
1ro	65	65	0
2do	65	64,7	0,3
3ro	65	64,8	0,2
4to	65	64,8	0,2
5to	65	64,4	0,6
6to	65	64,4	0,6
7mo	65	64,6	0,4
8vo	65	64,6	0,4
9no	65	64,6	0,4
10mo	65	64,6	0,4
1ro	65	64,5	0,5
2do	65	64,6	0,4
3ro	65	64,8	0,2
4to	65	64,8	0,2
5to	65	64,2	0,8
6to	65	64,4	0,6
7mo	65	64,5	0,5
8vo	65	64,6	0,4
9no	65	64,2	0,8
10mo	65	64,7	0,3
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	65	0
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,5	0,5
5to	65	64,3	0,7
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64,2	0,8
9no	65	64,2	0,8
10mo	65	64,5	0,5
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,4	0,6
9no	65	64,9	0,1
10mo	65	65	0
1ro	65	64,8	0,2
2do	65	64,3	0,7
3ro	65	63,9	1,1
4to	65	63,9	1,1
5to	65	64,6	0,4
6to	65	64,6	0,4
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,4	0,6
9no	65	64,3	0,7
10mo	65	64,7	0,3
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3

4to	65	64,3	0,7
5to	65	64,6	0,4
6to	65	64,5	0,5
7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64	1
9no	65	64,6	0,4
10mo	65	64,6	0,4
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	65	0
5to	65	64	1
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,8	0,2
9no	65	64,8	0,2
10mo	65	65	0
1ro	65	64,5	0,5
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,4	0,6
8vo	65	64,3	0,7
9no	65	64,4	0,6
10mo	65	64,1	0,9
1ro	65	64,7	0,3
2do	65	64,7	0,3
3ro	65	64,8	0,2
4to	65	64,8	0,2
5to	65	64,4	0,6
6to	65	64,4	0,6
7mo	65	64,6	0,4
8vo	65	64,6	0,4
9no	65	64,6	0,4
10mo	65	64,6	0,4
1ro	65	64,5	0,5
2do	65	64,6	0,4
3ro	65	64,8	0,2
4to	65	64,8	0,2
5to	65	64,2	0,8
6to	65	64,4	0,6
7mo	65	64,5	0,5
8vo	65	64,6	0,4
9no	65	64,2	0,8
10mo	65	64,7	0,3
1ro	65	64,8	0,2
2do	65	65	0
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,5	0,5
5to	65	64,3	0,7
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64,2	0,8
9no	65	64,2	0,8
10mo	65	64,5	0,5
1ro	65	64,5	0,5
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,4	0,6
9no	65	64,9	0,1
10mo	65	65	0
1ro	65	64,1	0,9
2do	65	64,3	0,7

Continúa.....

.....Viene

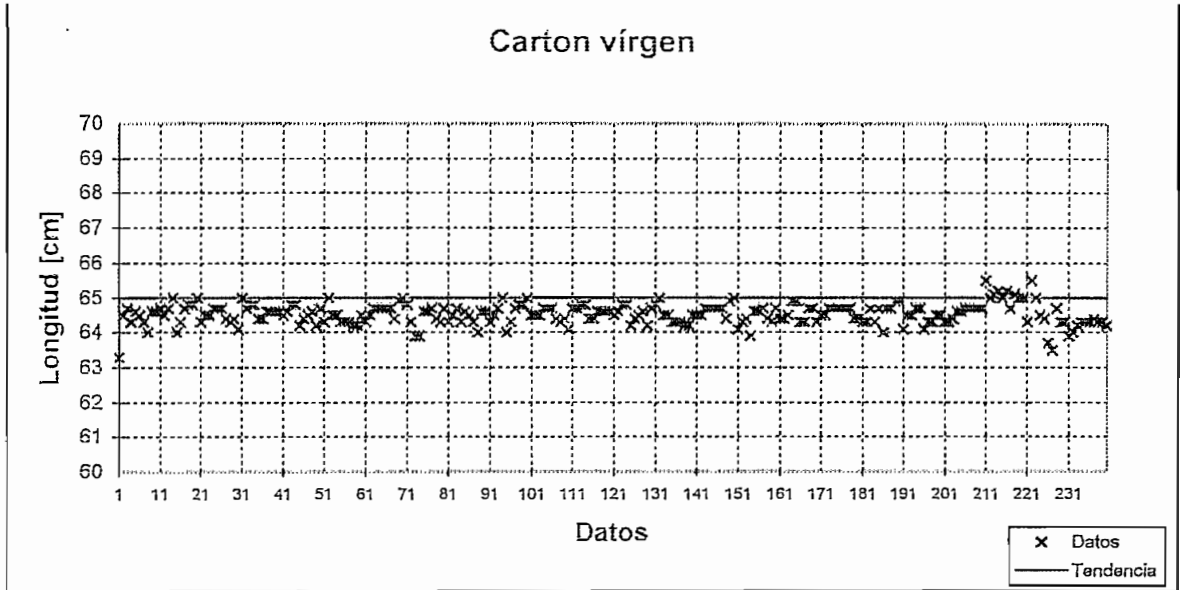
3ro	65	64,4	0,6
4to	65	63,9	1,1
5to	65	64,6	0,4
6to	65	64,6	0,4
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,4	0,6
9no	65	64,3	0,7
10mo	65	64,7	0,3
1ro	65	64,4	0,6
2do	65	64,4	0,6
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,9	0,1
5to	65	64,9	0,1
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64,7	0,3
9no	65	64,7	0,3
10mo	65	64,3	0,7
1ro	65	64,5	0,5
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,7	0,3
9no	65	64,4	0,6
10mo	65	64,4	0,6
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,3	0,7
3ro	65	64,7	0,3
4to	65	64,3	0,7
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64	1
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,7	0,3
9no	65	64,9	0,1
10mo	65	64,9	0,1
1ro	65	64,1	0,9
2do	65	64,5	0,5
3ro	65	64,5	0,5
4to	65	64,7	0,3
5to	65	64,7	0,3
6to	65	64,1	0,9
7mo	65	64,3	0,7
8vo	65	64,3	0,7
9no	65	64,5	0,5
10mo	65	64,5	0,5

1ro	65	64,3	0,7
2do	65	64,3	0,7
3ro	65	64,4	0,6
4to	65	64,6	0,4
5to	65	64,6	0,4
6to	65	64,7	0,3
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	64,7	0,3
9no	65	64,7	0,3
10mo	65	64,7	0,3
1ro	65	65,5	0,5
2do	65	65	0
3ro	65	65,1	0,1
4to	65	65,2	0,2
5to	65	65	0
6to	65	65,2	0,2
7mo	65	64,7	0,3
8vo	65	65,1	0,1
9no	65	65	0
10mo	65	65	0
1ro	65	64,3	0,7
2do	65	65,5	0,5
3ro	65	65	0
4to	65	64,5	0,5
5to	65	64,4	0,6
6to	65	63,7	1,3
7mo	65	63,5	1,5
8vo	65	64,7	0,3
9no	65	64,3	0,7
10mo	65	64,3	0,7
1ro	65	63,9	1,1
2do	65	64	1
3ro	65	64,2	0,8
4to	65	64,3	0,7
5to	65	64,3	0,7
6to	65	64,3	0,7
7mo	65	64,4	0,6
8vo	65	64,3	0,7
9no	65	64,3	0,7
10mo	65	64,2	0,8

Tabla 5.3 Resultados del corte de cartón virgen

El promedio de error absoluto es 0.483cm.

La media de los datos de longitud es 64.531cm



**Figura 5.3** Tendencia de los datos muestreados en cartón virgen

## 5.2 CONCLUSIONES

### Acerca de la longitud obtenida

Al medir el rango de variación en la longitud de las planchas cortadas, después de ingresar distintas medidas, se establece un margen de trabajo del sistema, para los distintos tipos de material:

Papel:  $\pm 0.37\%$  de la longitud ingresada

Cartón reciclado:  $\pm 1\%$  de la longitud ingresada

Cartón virgen:  $\pm 0.85\%$  de la longitud ingresada

Se determina que la primera lámina siempre toma una longitud inesperada tras un paro/arranque de la máquina cortadora. Debido a que, no se conoce la posición inicial de la cuchilla, tampoco cuanto material a pasado entre las mismas y además en la primera vuelta, hay que vencer su inercia. Por tanto, la calibración, se estabiliza a partir de la 2da plancha cortada.

El error absoluto encontrado entre la media de las longitudes muestreadas y el valor ingresado en el OP3, es menor a: para el cartón reciclado 0.20cm; para el papel 0.01833cm y para el cartón virgen 0.47cm; ya que en la operación de la

máquina cortadora intervienen varios factores negativos que el control en lazo abierto no asiste.

Al sustentar el sistema implementado en pruebas prácticas que incluyen datos muestreados durante la operación de la maquinaria por un prolongado tiempo, se obtiene confiabilidad, pues reúnen características habituales de su operación.

La calidad de los cortes depende de:

- El tipo de material seleccionado en el OP3.
- La fricción y resistencia que presente el material para ser introducido a la cortadora.
- La orientación en el ingreso del material.
- La humedad, dobleces y deformaciones que presenta el cartón al ingresar a la cortadora.
- El estado de los acoples mecánicos.
- El filo de la cuchilla.
- La velocidad de la transportadora de la cortadora para la salida del material.

Por lo cual deben cuidarse todos estos factores para su correcta realización. Esto implica que mientras más cuidado se tenga en la utilización de la máquina cortadora, mejorará la precisión en los cortes.

### **Acerca del control Implementado**

El modo de control seleccionado en los convertidores, permite mantener una relación lineal entre la consigna ingresada y la velocidad a la que giran los rodillos, con lo cual las expresiones matemáticas asumidas para el análisis del sistema de corte y la sincronización con la corrugadora, se acercan a la realidad.

Efectuar un control en lazo abierto no garantiza que la respuesta del sistema sea la esperada, quedando expuesto a cualquier perturbación externa que generalmente constituyen las partes mecánicas, la falta de cuidado por parte del operador y la carga que se pretende controlar; imposibilitando mantener un rango de variación controlado de la longitud de las planchas de cartón.

### **Al respecto del trabajo en la fábrica**

Con el sistema de control implementado, no se necesita de un operador perito en el manejo de los potenciómetros para la correcta calibración de la cortadora, ya que el manejo del OP3 es sencillo y no requiere de ninguna experiencia.

Un sistema de engranes, normalmente sufre desgaste debido a la carga que mueve, especialmente durante el arranque del motor que lo controla. Este esfuerzo se ve ciertamente disminuido cuando el convertidor proporciona una rampa de aceleración, evitando la abrupta elevación de velocidad.

En la industria, SIEMPRE se debe utilizar pulsadores en lugar de interruptores para prevenir que al energizar los circuitos principales, ninguna maquinaria arranque por error.

### **Acerca de la rentabilidad para la industria**

Considerando que en la fábrica diariamente se realizan cortes con 3 medidas diferentes como mínimo y se desperdicia en promedio 5 láminas de 50cm por cada calibración de la máquina cortadora. En un año se calibrará 720 veces, obteniéndose 1800 metros de cartón corrugado improductivo, al trabajar la línea en forma manual.

Por otro lado, se utilizan 2 ½ bobinas de papel de 8615 metros cada una, para fabricar, una de cartón corrugado con la misma longitud. Con lo cual, se deduce que, mantener este sistema, representaría perder ½ bobina de papel al año y las respectivas desventajas económicas que esto implica.

La utilidad del sistema automático implementado, se refleja en los niveles de producción de la fábrica, pues el operador utiliza aproximadamente 30 segundos en digitar los parámetros necesarios para realizar el corte que requiere, incidiendo directamente en el aprovechamiento del contingente humano utilizado por la empresa, ya que, no se desperdicia tiempo, para establecer las frecuencias de operación de los equipos, cada vez que se desea cambiar la medida del corte y puede dedicarse con mayor énfasis a otras tareas que impliquen el buen funcionamiento de las maquinarias. También se elimina el material que se desperdiciaba hasta encontrar la longitud requerida, en la operación manual al



fabricar medidas no muy comercializadas, ahorrando por lo menos el valor correspondiente a ½ bobina de papel al año, para la fábrica.

El sistema de conteo de láminas es otra ventaja que consigue precisión en la cantidad de planchas que se requiere cortar y evita acumular material sobrante por cada pedido.

La rentabilidad de toda la planta también depende de que la corrugadora produzca cartones planos, de buena calidad, mientras funciona de manera continua, a la mayor velocidad posible. Con la sincronización automática de las velocidades en función de la velocidad de operación de la cortadora, no existen acumulaciones, ni dobleces del cartón y por ende mejor desempeño de la línea.

### **Acerca de los equipos**

Siempre será necesario conocer muy bien los equipos de control con los que se cuenta, para optimizar su desempeño y orientar sus potencialidades hacia la estabilidad del proceso al cual sirven.

En el presente proyecto se hizo un mejor uso de los recursos que ofrecen los dispositivos electrónicos de control que disponía la fábrica antes de la implementación, por lo que no fue necesaria la adquisición de nuevos equipos.

Existen gran cantidad de niveles de automatización para la línea de producción de cartón, tratada en el presente proyecto. Se consiguió dar un primer paso en este largo camino, utilizando los recursos disponibles y dejando cabida a incorporar mejoras, en busca de mayores niveles de productividad.

## **5.3 RECOMENDACIONES**

Se debe implementar un sistema que mantenga la velocidad y el torque constantes. La velocidad para que la longitud no sea afectada y el torque por la operación de la cuchilla a bajas velocidades.

Se obtendría una mejor respuesta del sistema de corte, incrementando dispositivos de realimentación como ENCODERS de alta resolución o tacogeneradores conectados en módulos analógicos del PLC.

Hay que mantenerse vigilantes del tipo de material seleccionado en el OP3 antes de poner en funcionamiento la máquina cortadora especialmente cuando los pedidos de producción requieran distintos materiales.

Se debe poner los rollos de material en las chumaceras dispuestas para alimentar la máquina cortadora, y evitar el rozamiento con cualquier obstáculo que impida el o libre movimiento de la bobina.

La presión ejercida por el rodillo de caucho superior en el arrastre al ingreso de la cortadora, debe ser uniforme sobre toda la superficie del rodillo inferior, pero evitando excederse en el apriete. También se podría incorporar un sistema de control hidráulico, neumático o electrónico para disminuir la intervención del operario en la calibración de la presión mencionada.

No exceder la velocidad de producción, para dar un tiempo de secado al cartón y evitar problemas en la cortadora. Además, siempre cuidar que no presente olas ni dobleces en su ingreso.

Hacer un mantenimiento periódico de los acoples y del filo de la cuchilla, protegiéndolos de la fricción en frío y objetos metálicos que puedan dañarlos.

Por último, la velocidad de la transportadora debe ser mayor a la velocidad de ingreso del material. Para esto se debe regular su velocidad en el instante del arranque de la cortadora, aunque una mejor solución es arreglar el pósito de comunicación del convertidor de frecuencia que maneja el motor que lo mueve, o en su defecto remplazarlo.

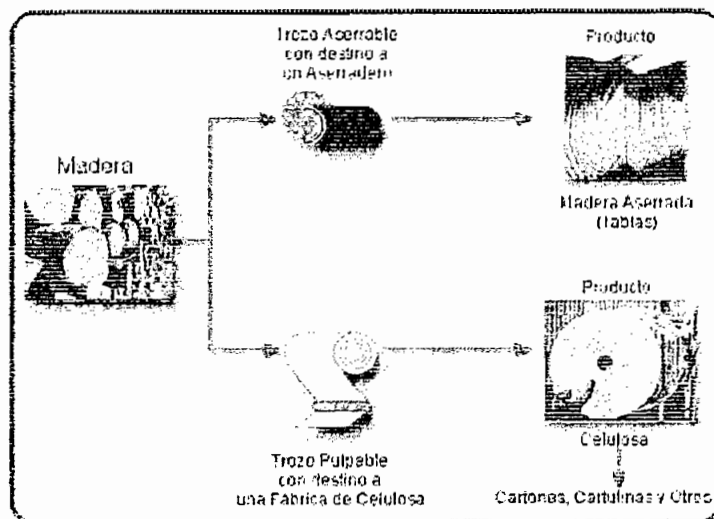
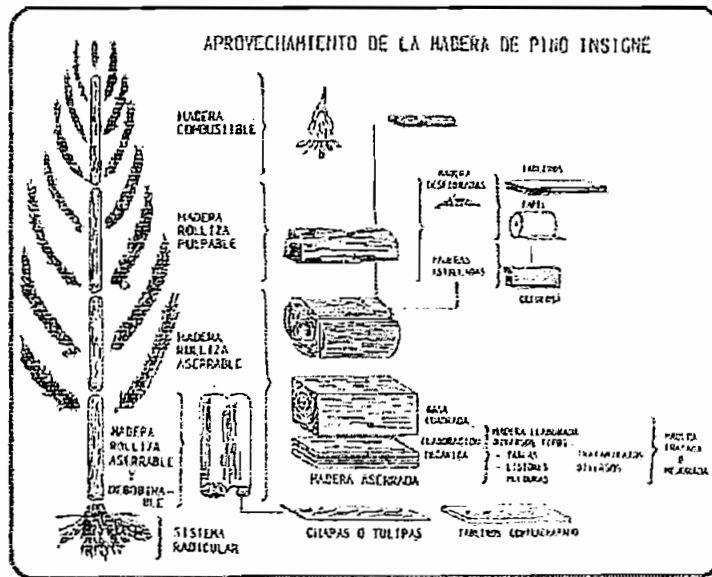
## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

---

- SIEMENS AG; Driver for SIMATIC S7-200 Net Data Transfer with SIMOREG and SIMOVERT drives via the USS® Protocol User Manual. First edition. December 1997.
- MÖLLER-NEHRING W., BORHERW., SIEMENS AG; Specification Universal Serial Interface Protocol USS® Protocol. Edition September 1994.
- SIEMENS AG; Sistema de automatización S7-200. 1998.
- SIEMENS AG; Manual del sistema de automatización S7-200. Edición 05/2003.
- SIEMENS AG; Panel de operador OP3. Edición 11/99
- SIEMENS AG; MICROMASTER420 Lista de parámetros. Edición 04/02.
- SIEMENS AG; MICROMASTER420 Instrucciones de uso. Edición 04/02.
- SIEMENS AG; MICROMASTER420 Guía rápida. Edición 09/00.
- SIEMENS AG; MICROMASTER Vector MIDIMASTER Vector Instrucciones de uso. Edición 12/05/00.
- SIEMENS AG; Catálogo DaA 64- 1998/99. Versión B1. 05/99.
- SIEMENS AG; SIMOVERT MASTERDRIVE Vector control. Edición AC.
- SIEMENS AG; MM\_MMV\_Combimaster, catalogo DA 64- 1998/99 versión B1. 05/99.
- BALLUFF; DC 3-/4-WireTubular Sensors, catalogo 2001 versión B1. 05/2002.
- SCHMITT R., SPICE R. S., The Langston Corporation; Curso Sobre el Funcionamiento de la Corru "GATOR".
- KATSUHIKO Ogata.; Ingeniería en Control Moderna., Edición tercera 1995.
- PIEDRAHITA Ramón., Ingeniería de la automatización Industrial.

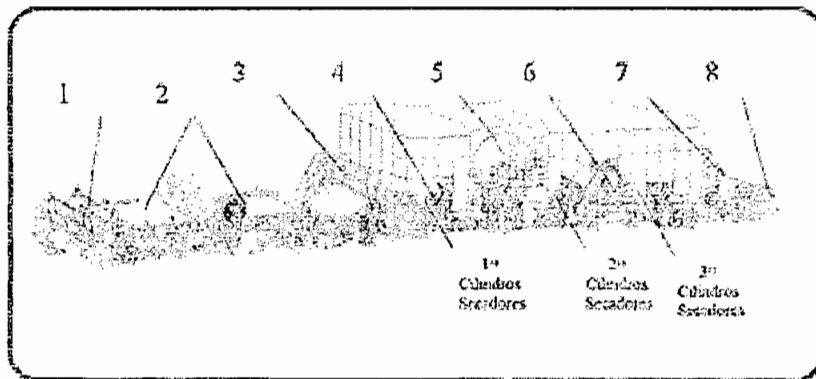
A.1 ANEXO 1

A.1.1 APROVECHAMIENTO DE LA MADERA



## A.1.2 MAQUINA ELABORADORA DE PAPEL.

### Esquema y Fases de la Máquina Papelera



### MAQUINA PAPELERA

#### 1. Cajón de entrada

La pasta acuosa que contiene las fibras cae sobre una tela móvil donde se produce la formación de la hoja por el entrecruzamiento de las fibras.

#### 2. Tela

El exceso de agua de la pasta acuosa se elimina a través de la tela por gravedad y vacío.

#### 3. Frensas Secadoras

La hoja de papel pasa por prensas que por presión y succión eliminan parte del agua.

#### 4. Cilindros Secadores

La hoja de papel húmeda pasa por distintos grupos de cilindros secadores que por calor la secan.

#### 5. Monolúcido

Es un cilindro de gran diámetro cuya función es la de entregar una cara del papel más lisa y brillante.

#### 6. Prensa Encoladora

El papel recibe un baño de almidón con el cual se sella la superficie de éste.

#### 7. Lisa

Son rodillos de acero por los cuales pasa el papel proporcionándole tersura y un espesor homogéneo al ancho.

#### 8. Bobinadora

El papel se enrolla en el pope de la máquina para luego ser bobinado y/o cortado a las medidas requeridas.

### **A.1.3 TIPOS DE PAPEL.**

#### **Papel Delgado**

Papeles de bajo peso base fabricado para aplicaciones muy específicas, las que incluyen el papel calco, para cigarrillos, papel biblia y similares.

#### **Papel Especializado**

Grado de papel y/o cartón hecho con características y propiedades específicas para adaptarse a aplicaciones determinadas. También se refiere a los grados hechos en una determinada fábrica y que no son los productos principales de esa fábrica.

#### **Papel Especializado Industrial**

Papel tratado para usos industriales, opuestamente a aquellos usados para propósitos culturales o sanitarios. Papel y cartón de todos los espesores y tipos de fibra diseñados para usos especiales y fabricados bajo especificaciones del cliente. Incluye el papel lija, aislante eléctrico, papel filtro y grados similares.

#### **Papel Estucado Liviano**

Papel que ha sido estucado y cuyo peso base se encuentra hasta los 70 – 80 g/m<sup>2</sup>. Usado ampliamente en la impresión de revistas de alta calidad.

#### **Papel Estucado Medio (Couché)**

Papel que ha sido estucado y cuyo peso base se encuentra por sobre los 70 – 80 g/m<sup>2</sup>. Usado generalmente en publicaciones de alta calidad.

#### **Papel Fino**

Término amplio que incluye papeles de impresión, escritura y tapas o cubiertas, diferenciados de los papeles para envolver, embalajes y papeles no usados generalmente con fines de impresión, los que son conocidos como papeles gruesos.

#### **Papel Kraft**

Papel hecho esencialmente de pulpa mecánica de un proceso modificado de pulpa con sulfato. Es un papel comparativamente más tosco, particularmente notorio por su resistencia y en sus grados sin blanquear es principalmente usado para envoltorio o empaquetado. Puede ser con sello de agua, listado o calandrado y tiene una superficie aceptable para imprimir. Su color sin blanquear

natural es café (marrón), pero debido al uso de pulpas blanqueadas o semiblanqueadas con sulfato puede ser producido en tonos más suaves que el café, crema y blanco. Además de su uso como papel de envolver se convierte en productos tales como bolsos para comestibles, sobres, cinta selladora, papeles asfaltados, sacos multicapas, papel encerado, papel estucado, como también

bolsas y sacos especiales.

#### **Papel Kraft Blanqueado Sólido**

La principal aplicación corresponde a envases flexibles estucados con arcilla, para productos tales como alimentos congelados, mantequilla, helado, cosméticos y cartones para la leche, jugos y otros alimentos húmedos y aceitosos, así como para bandejas, platos y vasos.

#### **Papel Kraft para Bolsas**

Papel hecho en base a pulpa con sulfato y utilizado en la fabricación de bolsas de papel. Tiene normalmente un mayor espesor y superficie más áspera que el papel kraft para envolver.

#### **Papel Kraft sin Blanquear**

El grado primario corresponde al papel liner, usado como materiales de tapa para el cartón corrugado. El kraft para envases flexibles generalmente es estucado con caolín. Su mercado principal corresponde a los envases portadores de bebidas. Otros productos corresponden a tambores y tubos.

### **Papel Offset**

Papel diseñado para uso en litografía offset. Sus propiedades importantes incluyen fineza interna, alta resistencia, estabilidad dimensional, rigidez, lisura y limpieza superficial. Usado en impresoras para rollos y hojas.

### **Papel para Embalaje**

Este papel se usa para embalar o empaquetar productos industriales y de consumo tales como bolsos y sacos para vegetales, bolsos para compras y sacos multicapas para envíos de embarques de productos como, cemento, harina, azúcar, productos químicos y comida para animales. Los papeles de empaquetado especiales se utilizan para galletas, papas y helados.

### **Papel para Escritura e Impresión**

Cualquier papel adecuado para imprimir, tal como papel para libros, bristol, papel periódico, papel de escritura, etc. **Papel para Etiquetas**

Papel usado para adherirse a determinadas superficies para identificación de los productos. Para cumplir con su función requiere de la aplicación de algún tipo de adhesivo por una de sus caras, el cual debe ser protegido previo a su aplicación.

### **Papel para Sobres**

Tipo de papel de impresión y escritura sin estucar usado en la fabricación de sobres. Las características deseables incluyen plegado suave, resistencia a arrugas, buena impresión y carencia de la tendencia a deformarse.

### **Papel para Tapas**

Cualquier variedad de papel suficientemente gruesa o embellecida, la cual se convierte en cubiertas para libros, catálogos, folletos, etc. Es un grado específico estucado o sin estucar, hecho de pulpa mecánica química y/o pulpa de algodón. Se caracteriza por su buena calidad de plegado, impresión y durabilidad.

### **Papel para Textos**

Papel de fina calidad y textura para imprimir. Los papeles para textos se fabrican en blanco y colores, de pulpa de madera química blanqueada o de pulpa de algodón. Se hacen en una amplia gama de acabados incluyendo, antiguo, vitela, liso y moldeado. Diseñado para impresión de avisos, el uso principal de los papeles de texto es para folletos, libros finos, avisos, informes anuales, menú, carpetas, etc.

### **Papel Periódico**

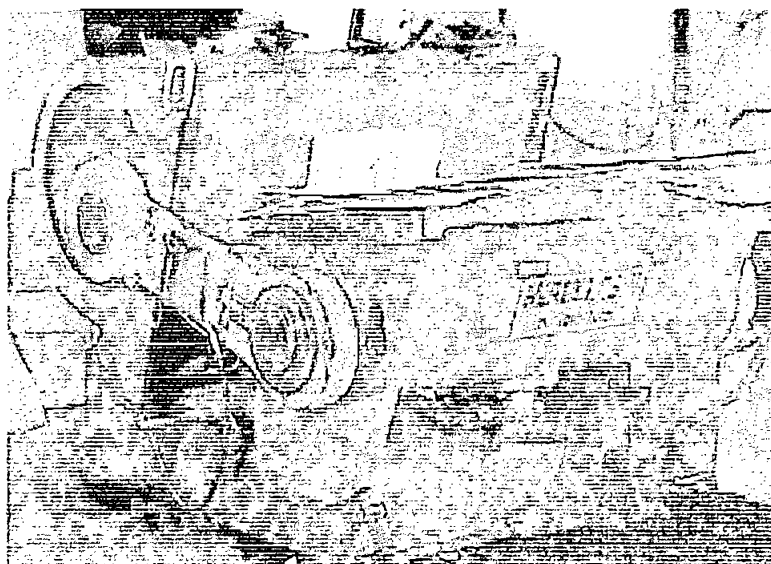
Papel liviano, hecho principalmente de pulpa mecánica, fabricado para ser brillante y opaco por el necesario contraste de impresión requerido por los periódicos. El papel periódico también contiene resistencia especial a la tensión para doblado repetitivo. No incluye los papeles para impresión de los tipos usados generalmente para otros propósitos que no sean periódicos, tales como

papeles especiales para catálogos, directorios, etc.

### **Papel Reciclado**

Generalmente papel de periódicos viejos y papel de desecho con muy poca refinación, a menudo con pulpa mecánica o kraft semiblanqueada.

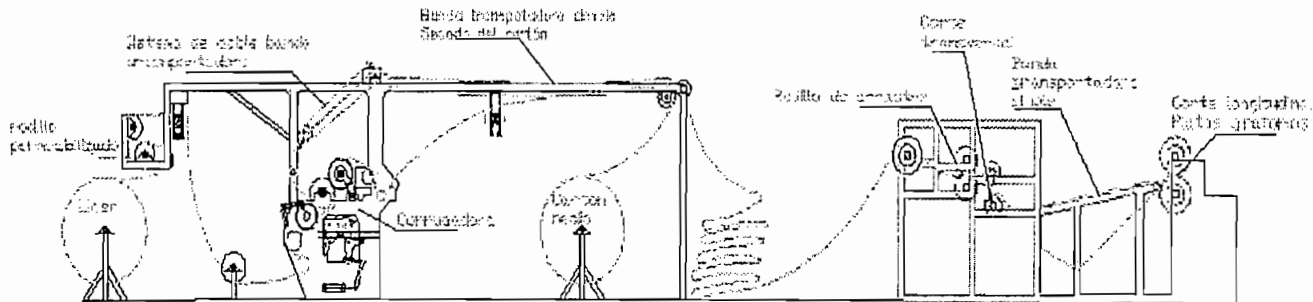
#### A.1.4 TROQUELADORA





## A.2 ANEXO 2

### A.2.1 Esquema de la línea de producción



### A.2.2 Datos muestreados

PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA CONSIGNA INGRESADA AL VARIADOR Y LA VELOCIDAD A LA QUE GIRAN LOS RODILLOS, se utilizan las muestras enlistadas a continuación.

En la primera columna de las tablas se tiene los valores de consigna enviados al variador, en las siguientes cuatro columnas están los tiempos muestreados por el sensor, en la sexta columna se obtiene el tiempo promedio y en la última se calcula la velocidad del rodillo según el siguiente criterio: 1 revolución da el rodillo en  $t_{promedio}$  segundos, si 60 segundos es un minuto, entonces dará  $60 / t_{promedio}$  revoluciones por minuto.

$$\frac{1 \text{ rev}}{t_{promedio} \text{ seg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = \frac{60}{t_{promedio}} \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

### Muestreo para el rodillo de arrastre

Frecuencia [Hz]	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	Tpromedio [s]	Warrastre [rpm]
					$(T1+T2+T3+T4)/4$	$60/Tpromedio$
60,0	0,531	0,521	0,531	0,531	0,527	113,895
59,0	0,535	0,537	0,533	0,540	0,537	111,680
58,0	0,554	0,548	0,542	0,543	0,547	109,790
57,0	0,556	0,548	0,562	0,555	0,554	108,271
56,0	0,574	0,570	0,562	0,563	0,566	105,976
55,0	0,575	0,569	0,559	0,585	0,572	104,895
54,0	0,583	0,583	0,595	0,588	0,587	102,171

53,0	0,601	0,603	0,606	0,598	0,602	99,668
52,0	0,610	0,612	0,607	0,615	0,611	98,200
51,0	0,629	0,626	0,614	0,618	0,624	96,128
50,0	0,629	0,633	0,622	0,640	0,631	95,087
49,0	0,653	0,646	0,649	0,650	0,650	92,379
48,0	0,654	0,657	0,651	0,660	0,656	91,533
47,0	0,671	0,672	0,678	0,676	0,674	88,988
46,0	0,693	0,687	0,689	0,691	0,690	86,957
45,0	0,703	0,708	0,705	0,706	0,706	85,046
44,0	0,722	0,724	0,719	0,727	0,723	82,988
43,0	0,736	0,746	0,729	0,753	0,741	80,972
42,0	0,751	0,755	0,743	0,763	0,753	79,681
41,0	0,780	0,777	0,778	0,779	0,779	77,071
40,0	0,797	0,787	0,784	0,800	0,792	75,758
39,0	0,816	0,825	0,810	0,831	0,821	73,126
38,0	0,833	0,827	0,825	0,835	0,830	72,289
37,0	0,869	0,859	0,858	0,870	0,864	69,444
36,0	0,875	0,878	0,869	0,884	0,877	68,454
35,0	0,912	0,907	0,908	0,911	0,910	65,970
34,0	0,926	0,928	0,923	0,931	0,927	64,725
33,0	0,959	0,963	0,942	0,980	0,961	62,435
32,0	0,986	0,989	0,974	1,001	0,988	60,759
31,0	1,022	1,023	1,018	1,027	1,023	58,680
30,0	1,059	1,061	1,039	1,081	1,060	56,604
29,0	1,097	1,104	1,096	1,095	1,098	54,645
28,0	1,143	1,143	1,134	1,131	1,138	52,736
27,0	1,179	1,173	1,772	0,580	1,176	51,020
26,0	1,225	1,231	1,213	1,243	1,228	48,860
25,0	1,264	1,262	1,261	1,265	1,263	47,506
24,0	1,339	1,325	1,328	1,336	1,332	45,045
23,0	1,365	1,374	1,359	1,380	1,370	43,812
22,0	1,450	1,449	1,438	1,461	1,450	41,394
21,0	1,503	1,502	1,547	1,458	1,503	39,933
20,0	1,597	1,584	1,582	1,599	1,591	37,724
19,0	1,672	1,673	1,663	1,682	1,673	35,874
18,0	1,752	1,767	1,742	1,777	1,760	34,101
17,0	1,871	1,887	1,868	1,890	1,879	31,932
16,0	1,989	1,992	1,973	2,008	1,991	30,143
15,0	2,137	2,144	2,115	2,166	2,141	28,031
14,0	2,273	2,266	2,169	2,370	2,270	26,438
13,0	2,479	2,458	2,452	2,485	2,469	24,306
12,0	2,642	2,649	2,639	2,652	2,646	22,680
11,0	2,900	2,903	2,901	2,902	2,902	20,679
10,0	3,227	3,214	3,195	3,172	3,207	18,707
9,0	3,524	3,529	3,530	3,523	3,527	17,014
8,0	4,014	4,031	3,995	3,993	4,008	14,969
7,0	4,553	4,541	4,540	4,554	4,547	13,196
6,0	5,316	5,351	5,349	5,336	5,338	11,240
5,0	6,356	6,373	6,464	6,435	6,406	9,367
4,0	7,993	8,060	8,066	8,020	8,030	7,472
3,0	10,693	10,775	10,720	10,716	10,73	5,594

### Muestreo para el rodillo de la cuchilla cortando papel

Ffrecuencia [Hz]	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	Tpromedio [s]	Wcuchilla [rpm]
					$(T1+T2+T3+T4)/4$	$60/Tpromedio$
44,0	1,910	1,918	1,910	1,916	1,914	31,356
43,0	1,957	1,962	1,952	1,959	1,958	30,651
42,0	1,999	2,007	2,008	2,004	2,005	29,933
41,0	2,053	2,055	2,052	2,053	2,053	29,222
40,0	2,107	2,104	2,105	2,105	2,105	28,500
39,0	2,159	2,161	2,156	2,161	2,159	27,787
38,0	2,221	2,218	2,217	2,219	2,219	27,042
37,0	2,273	2,277	2,274	2,278	2,276	26,368
36,0	2,339	2,344	2,346	2,339	2,342	25,619
35,0	2,420	2,403	2,400	2,408	2,408	24,920
34,0	2,475	2,481	2,480	2,473	2,477	24,220
33,0	2,556	2,555	2,554	2,556	2,555	23,481
32,0	2,636	2,636	2,635	2,638	2,636	22,760
31,0	2,714	2,719	2,719	2,719	2,718	22,077
30,0	2,819	2,809	2,814	2,810	2,813	21,330
29,0	2,907	2,909	2,906	2,907	2,907	20,638
28,0	3,016	3,015	3,013	3,018	3,016	19,897
27,0	3,126	3,126	3,129	3,121	3,126	19,197
26,0	3,251	3,245	3,249	3,245	3,248	18,476
25,0	3,373	3,380	3,378	3,378	3,377	17,766
24,0	3,522	3,520	3,522	3,516	3,520	17,045
23,0	3,678	3,670	3,676	3,668	3,673	16,335
22,0	3,845	3,849	3,841	3,844	3,845	15,606
21,0	4,023	4,035	4,028	4,020	4,027	14,901
20,0	4,233	4,233	4,233	4,229	4,232	14,178
19,0	4,462	4,451	4,450	4,456	4,455	13,469
18,0	4,716	4,703	4,707	4,711	4,709	12,741
17,0	4,990	4,982	4,996	4,979	4,987	12,032
16,0	5,309	5,304	5,304	5,309	5,307	11,307
15,0	5,683	5,657	5,659	5,665	5,666	10,589
14,0	6,084	6,086	6,083	6,083	6,084	9,862
13,0	6,559	6,600	6,536	6,532	6,557	9,151
12,0	7,137	7,134	7,135	7,125	7,133	8,412
11,0	7,847	7,846	7,847	7,825	7,841	7,652
10,0	8,703	8,659	8,669	8,672	8,676	6,916

## Muestreo para el rodillo de la cuchilla cortando cartón reciclado

Ffrecuencia [Hz]	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	Tpromedio [s]	Wcuchilla [rpm]
					$(T1+T2+T3+T4)/4$	$60/Tpromedio$
45,0	1,868	1,868	1,869	1,870	1,869	32,107
44,0	1,917	1,907	1,912	1,913	1,912	31,377
43,0	1,960	1,962	1,950	1,952	1,956	30,675
42,0	2,003	2,003	2,002	2,005	2,003	29,951
41,0	2,053	2,051	2,053	2,053	2,053	29,233
40,0	2,104	2,101	2,107	2,102	2,104	28,524
39,0	2,165	2,153	2,157	2,157	2,158	27,804
38,0	2,210	2,218	2,214	2,214	2,214	27,100
37,0	2,276	2,274	2,277	2,276	2,276	26,365
36,0	2,339	2,342	2,344	2,332	2,339	25,649
35,0	2,406	2,404	2,406	2,407	2,406	24,940
34,0	2,480	2,474	2,479	2,477	2,478	24,218
33,0	2,557	2,550	2,552	2,551	2,553	23,506
32,0	2,630	2,635	2,636	2,631	2,633	22,788
31,0	2,720	2,718	2,716	2,719	2,718	22,073
30,0	2,811	2,812	2,815	2,803	2,810	21,350
29,0	2,905	2,908	2,902	2,912	2,907	20,642
28,0	3,011	3,009	3,014	2,999	3,008	19,945
27,0	3,123	3,125	3,122	3,123	3,123	19,211
26,0	3,243	3,245	3,248	3,247	3,246	18,486
25,0	3,367	3,374	3,382	3,375	3,375	17,780
24,0	3,523	3,520	3,522	3,517	3,521	17,043
23,0	3,681	3,664	3,679	3,676	3,675	16,327
22,0	3,850	3,838	3,845	3,845	3,845	15,607
21,0	4,030	4,031	4,033	4,028	4,031	14,886
20,0	4,238	4,237	4,238	4,236	4,237	14,160
19,0	4,472	4,468	4,463	4,467	4,468	13,430
18,0	4,725	4,729	4,725	4,727	4,727	12,694
17,0	5,009	5,005	5,009	5,004	5,007	11,984
16,0	5,338	5,359	5,331	5,335	5,341	11,234
15,0	5,712	5,714	5,734	5,725	5,721	10,487
14,0	6,237	6,354	6,349	6,285	6,306	9,514

### Muestreo para el rodillo de la cuchilla cortando papel

Frecuencia [Hz]	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	Tpromedio [s]	Wcuchilla [rpm]
					$(T1+T2+T3+T4)/4$	$60/Tpromedio$
30,0	2,813	2,812	2,817	2,806	2,812	21,337
35,0	2,408	2,411	2,405	2,406	2,408	24,922
40,0	2,107	2,106	2,105	2,106	2,106	28,490
45,0	1,872	1,872	1,870	1,871	1,871	32,064
42,5	1,985	1,982	1,981	1,980	1,982	30,272
37,5	2,249	2,254	2,240	2,050	2,198	27,294
32,5	2,591	2,592	2,591	2,601	2,594	23,133
27,5	3,069	3,069	3,072	3,075	3,071	19,536
25,0	3,375	3,376	3,377	3,380	3,377	17,767
22,5	3,760	3,757	3,754	3,751	3,756	15,977
20,0	4,232	4,231	4,234	4,230	4,232	14,179
17,5	4,846	4,846	4,755	4,850	4,824	12,437
15,0	5,691	5,686	5,689	5,677	5,686	10,553
12,5	6,983	7,000	6,982	6,990	6,989	8,585
21,0	4,035	4,032	4,031	4,029	4,032	14,882
24,0	3,512	3,522	3,522	3,521	3,519	17,049
26,0	3,247	3,249	3,245	3,250	3,248	18,474
29,0	2,913	2,905	2,909	2,918	2,911	20,610

### A.2.3 Diagramas circuitales de los variadores

#### A.2.3.1 MidiMaster y MicroMaster Vector

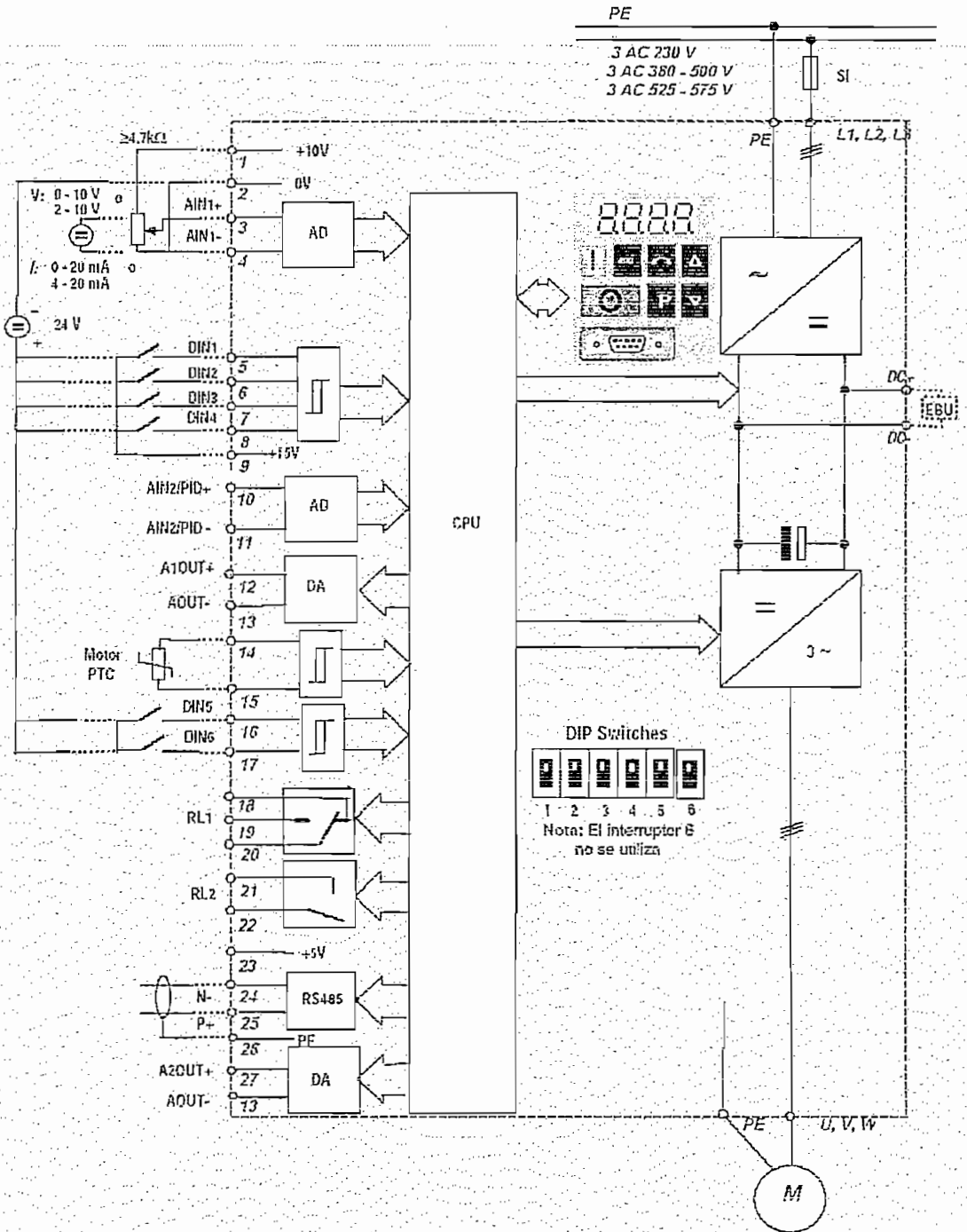


Diagrama general del circuito MidiMaster Vector

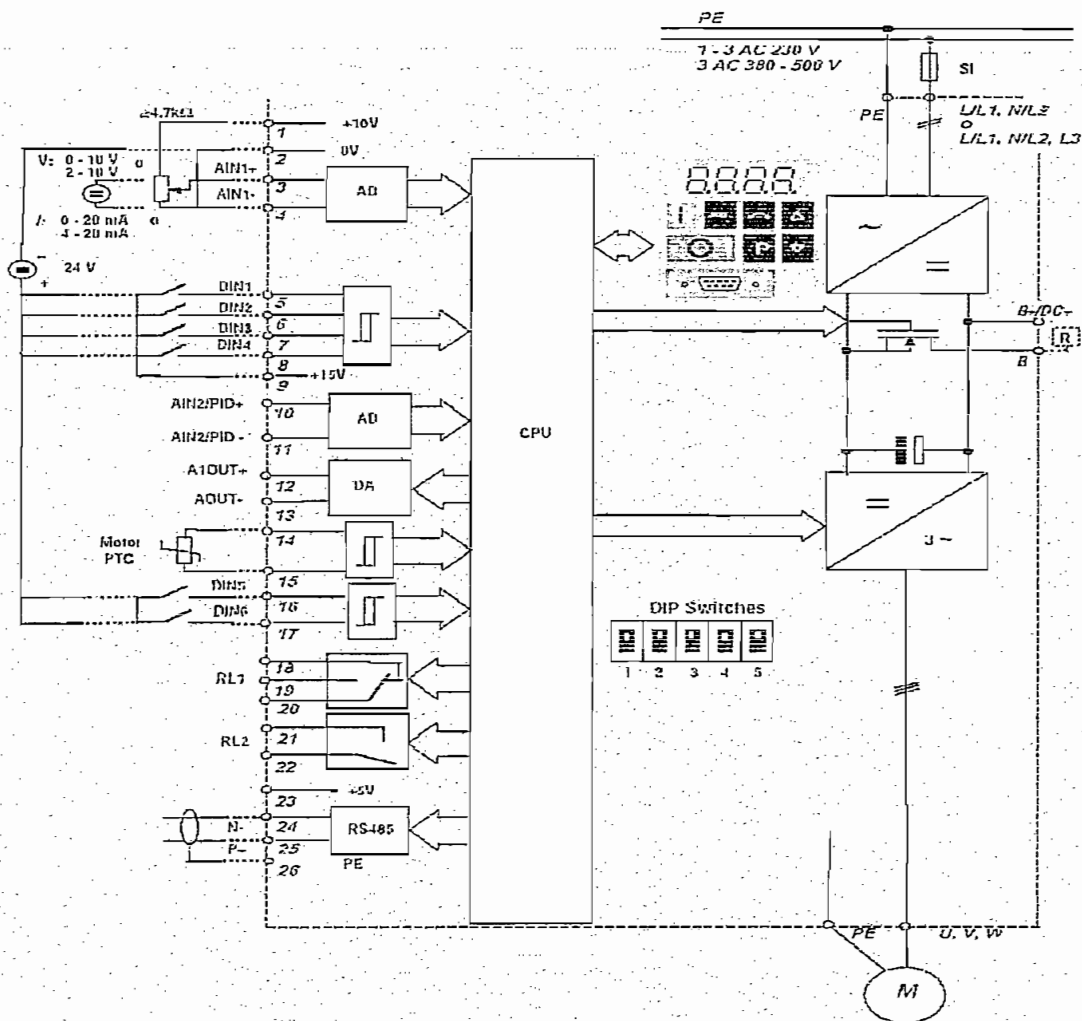
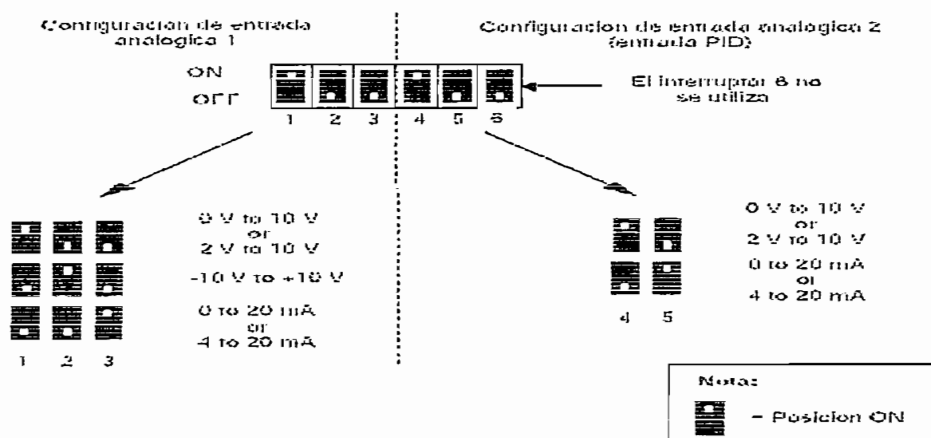


Diagrama general del circuito MicroMaster Vector

Selección entrada analógica



A.2.3.2 MasterDrive

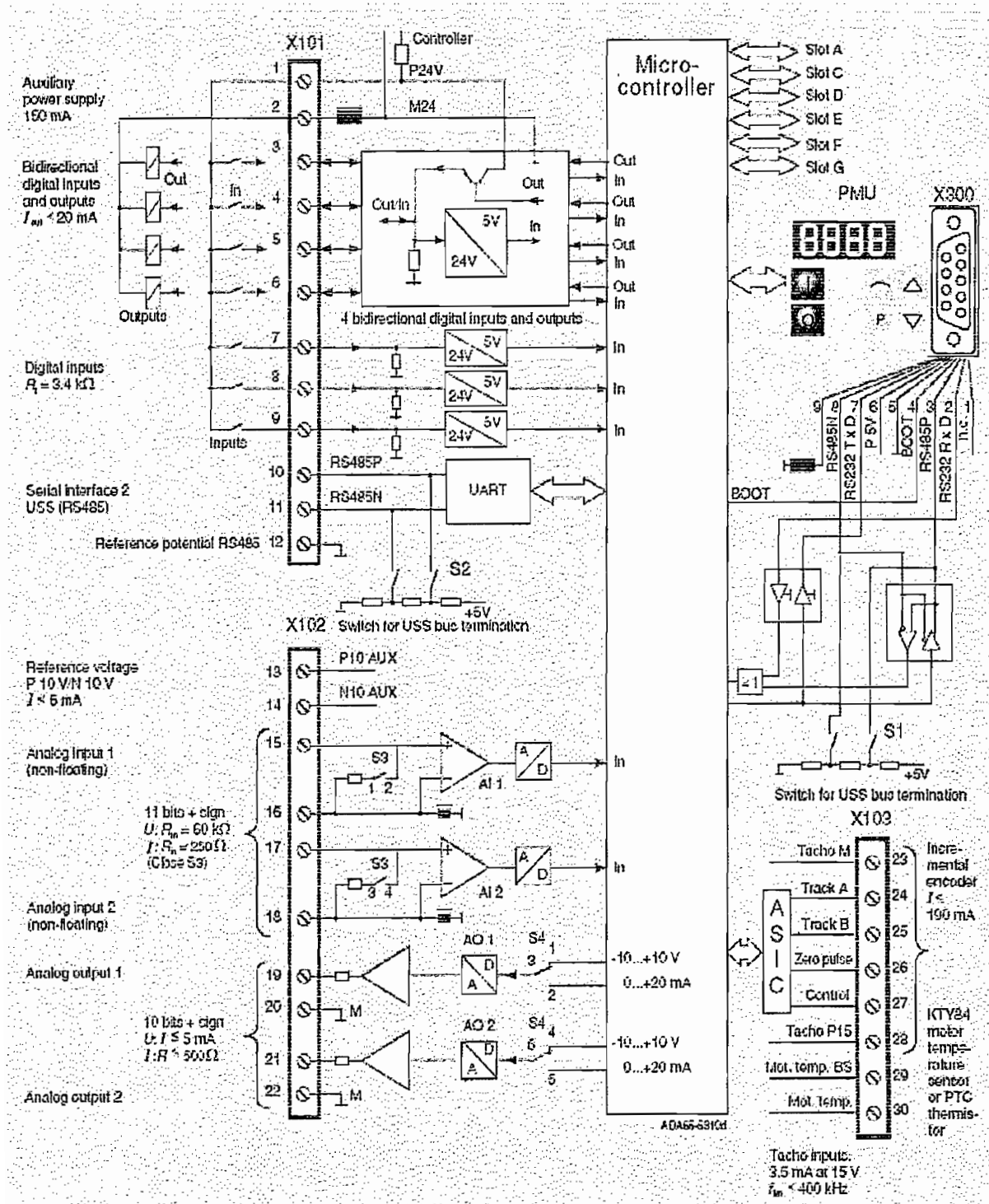


Diagrama general del circuito MasterDrive



A.2.3.3 MicroMaster 420

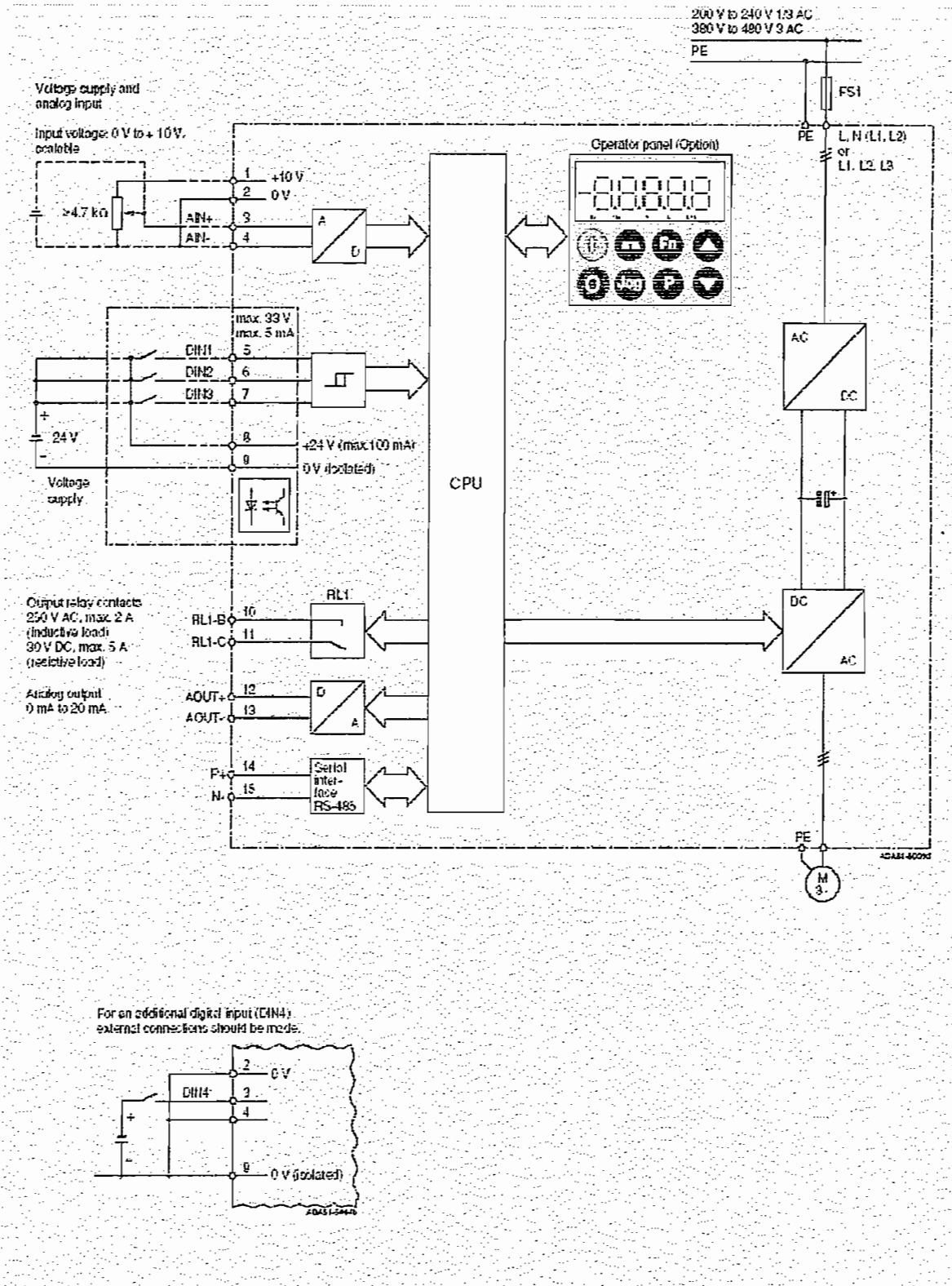
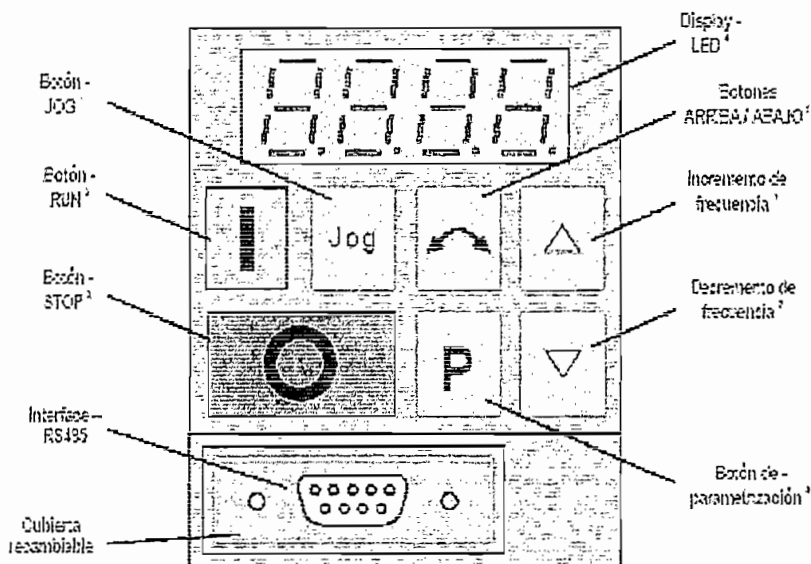


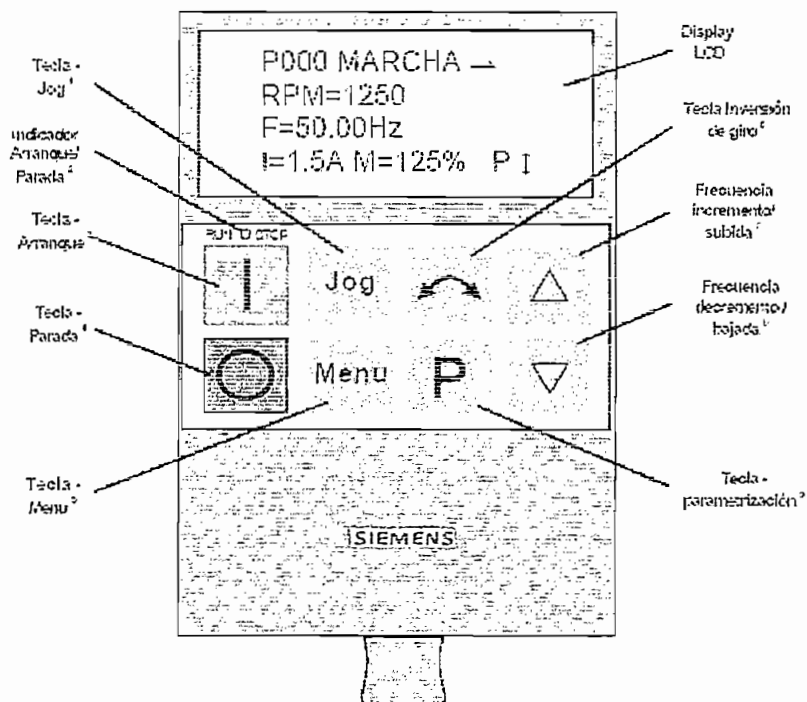
Diagrama general del circuito MicroMaster 420

## A.2.4 Paneles para configurar los variadores

### A.2.4.1 Paneles de mando para MicroMaster Vector y Midimaster Vector

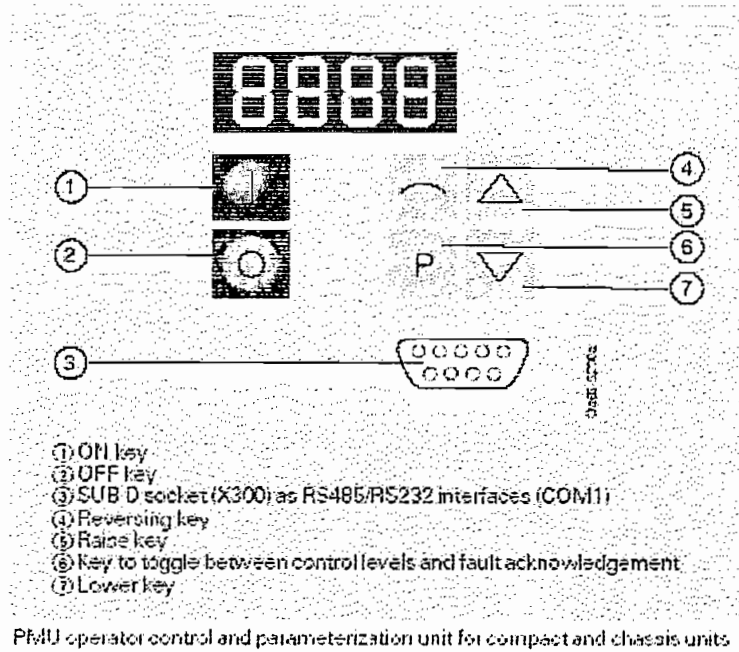


Panel de control estándar

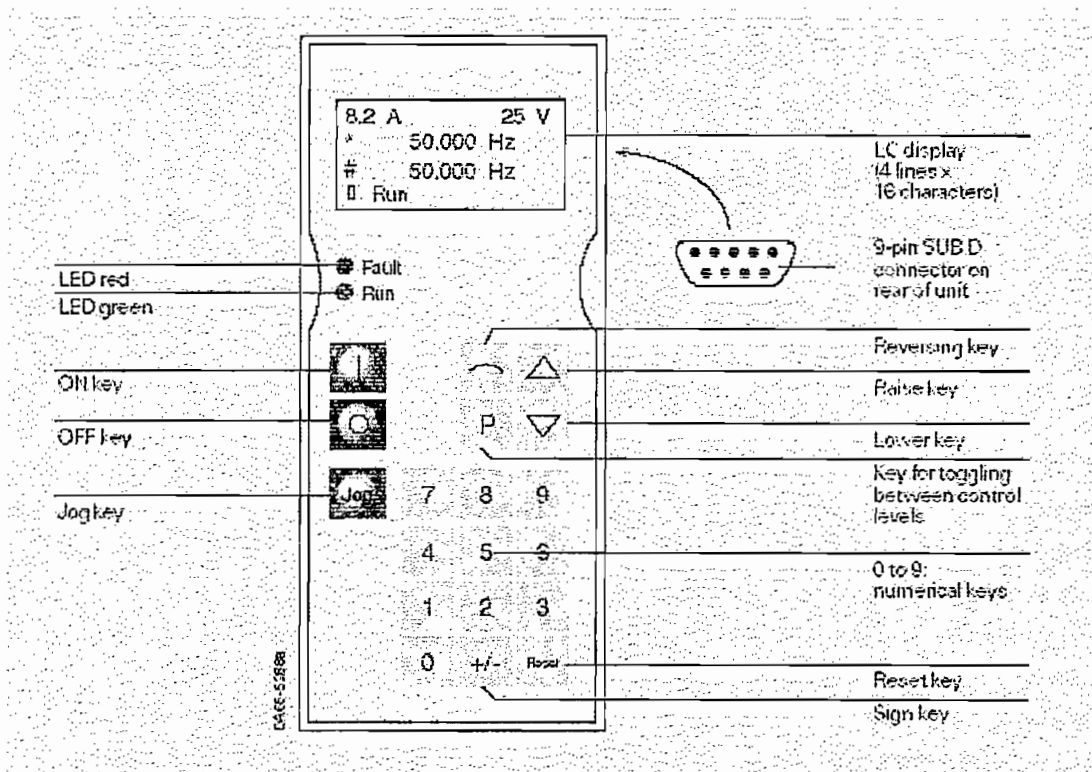


Panel Operador opcional OPM2

### A.2.4.2 Paneles de mando para MasterDrive

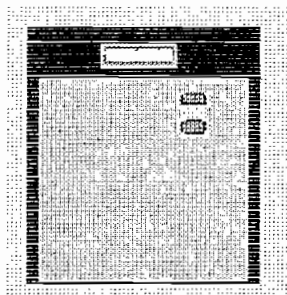


Panel de control estándar

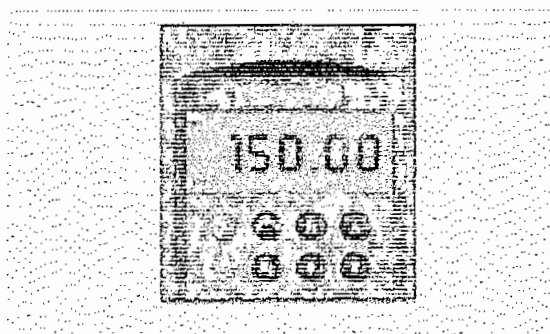


Panel de control opcional OP1S

### A.2.4.3 Paneles de mando para MicroMaster 420

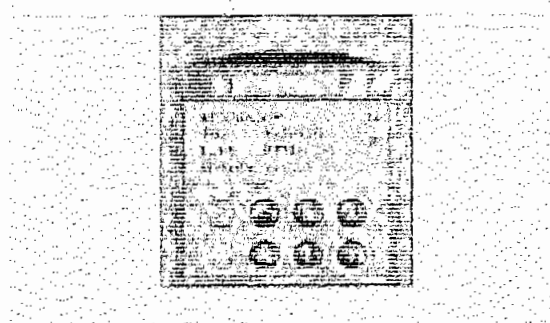


Panel de mando estándar SDP



Basic Operator Panel (BOP)

Panel de mando BOP



Advanced Operator Panel (AOP)

Panel de mando opcional AOP

## A.2.5 Características del plc s7-200

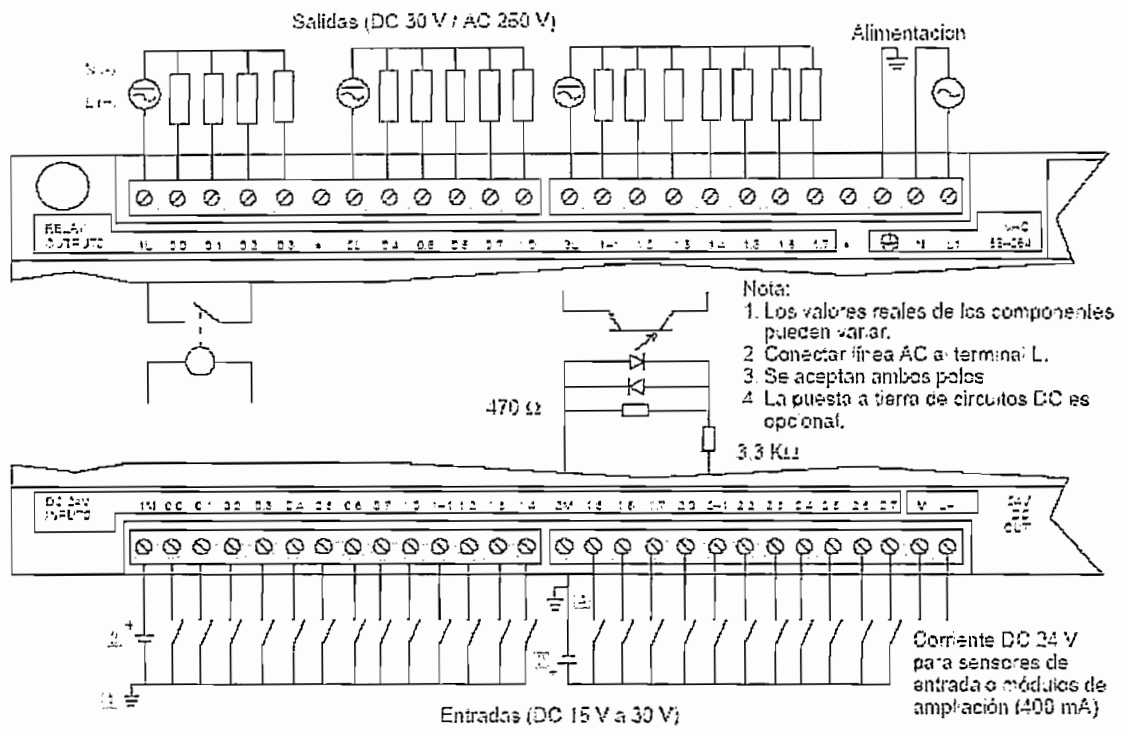
### A.2.5.1 CPU 216 alimentación AC, entradas DC, salidas de relé

Nº de referencia: 6ES7 216-2BD00-0XB0

Características generales		Salidas	
Dimensiones (l x a x p)	217,3 x 80 x 62 mm	Tipo de salida	Relé, contacto de baja potencia
Peso	0,6 kg	Margen de tensión	DC 5 V a 30 V / AC 250 V
Disipación	9 W	Corriente de carga máxima	2 A/salida, 10 A/hilo neutro
Tamaño programa de usuario/memoria	4 Kpalabras/EEPROM	Sobretensión transitoria	7A al estar cerrados los contactos
Tamaño datos usuario/memoria	2,5 Kpalabras/RAM	Resistencia de aislamiento	mín. 100 MΩ (nuevo)
Ret. de datos y del tiempo real		Retardo de conmutación	máx. 10 ms
Condensador de alta potencia	típ. 190 h	Vida útil	10 000 000 mecánico 100 000 con carga normal
Pila opcional	(mín. 120 h a 40°C) 200 días de uso continuo	Resistencia de contacto	máx. 200 mΩ (nuevo)
E/S locales <sup>1</sup>	24 entradas/16 salidas	Aislamiento	
Número máximo de módulos de ampliación	7	bobina a contacto	AC 1500 V, 1 minuto
E/S digitales asistidas	64 entradas/64 salidas	contacto a contacto	AC 750 V, 1 minuto
E/S analógicas asistidas	16 entradas/16 salidas	(entre contactos abiertos)	
Velocidad de ejecución booleana	0,8 µs/operación	Protección contra cortocircuitos	ninguna
Marcas internas	256	<b>Alimentación</b>	
Temporizadores	256 temporizadores	Margen de tensión/ de frecuencia	AC 85 V a 264 V a 47 a 63 Hz
Contadores	256 contadores	Corriente de entrada	típ. 6 VA, sólo CPU 50 VA carga máx.
Contadores rápidos	1 software (máx. 2 KHz) 2 hardware (máx. 20 KHz c/u)	Tiempo de retardo	mín. 20 ms de AC 110 V,
Tolerancia del reloj de tiempo real (TOD)	6 minutos/mes	Extra-corriente de cierre	20 A pico a AC 264 V
Salidas de impulsos	no recomendadas	Protección con fusibles	2 A, 250 V, de acción lenta
Potenciómetros analógicos	2	(no reemplazable)	
Homologaciones	UL 508 CSA C22.2 142 FM clase I, categoría 2 según VDE 0160 según CE	Corriente disponible DC 5 V	1000 mA para módulo de ampliación
<b>Entradas</b>		Aislamiento	Si. Transformador, AC 1500 V, 1 minuto
Tipo de entrada	fuelle Tipo IEC 1131 con sustrato de corriente	<b>Alimentación para sensores DC</b>	
Área en ON	DC 15 V a 30 V, mín. 4 mA DC 35 V, 500 ms sobretensión transitoria	Margen de tensión	DC 19,2 V a 28,8 V
Tensión nominal en ON	DC 24 V, 7 mA	Rizado/corriente parásita	máx. 1 V de pico a pico
Máximo en OFF	DC 5 V, 1 mA	(<10 MHz)	
Tiempo de respuesta máxima		Corriente disponible DC 24 V	400 mA
I0.0 a I1.5	0,2 ms a 8,7 ms seleccionable 0,2 ms predeterminado	Limitación de corriente de cortocircuito	< 600 mA
I0.6 a I1.5 como se usa en HSC1 y HSC2	6 µs ON, 30 µs OFF	Aislamiento	no
I1.6 a I2.7	máx. 4 ms		
Separación galvánica	AC 500 V, 1 minuto		

1 En la CPU están previstas 24 entradas y 16 salidas en la imagen del proceso para E/S locales.

### A.2.5.2 Entradas/salidas de la CPU 216 y su utilización



IDENTIFICACIÓN DE LAS TERMINALES DE CONEXIÓN PARA LA CPU 216  
AC/DC/RELE

## A.2.5.3 Resumen de las áreas de memoria y funciones de la CPU S7-200

Descripción	CPU 212	CPU 214	CPU 215	CPU 216
Tamaño del programa de usuario	512 palabras	2K palabras	4K palabras	4K palabras
Tamaño de los datos de usuario	512 palabras	2K palabras	2.5K palabras	2.5K palabras
Imagen del proceso de las entradas	I0.0 a I7.7	I0.0 a I7.7	I0.0 a I7.7	I0.0 a I7.7
Imagen del proceso de las salidas	Q0.0 a Q7.7	Q0.0 a Q7.7	Q0.0 a Q7.7	Q0.0 a Q7.7
Entradas analógicas (sólo lectura)	AIW0 a AIW30	AIW0 a AIW30	AIW0 a AIW30	AIW0 a AIW30
Salidas analógicas (sólo escritura)	AQW0 a AQW30	AQW0 a AQW30	AQW0 a AQW30	AQW0 a AQW30
Memoria de variables (V)	V0.0 a V1023.7	V0.0 a V4095.7	V0.0 a V5119.7	V0.0 a V5119.7
Área no volátil (máx.)	V0.0 a V199.7	V0.0 a V1023.7	V0.0 a V5119.7	V0.0 a V5119.7
Área de marcas (M)	M0.0 a M15.7	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7
Área no volátil (máx.)	MB0 a MB13	MB0 a MB13	MB0 a MB13	MB0 a MB13
Marcas especiales (SM)	SM0.0 a SM45.7	SM0.0 a SM85.7	SM0.0 a SM194.7	SM0.0 a SM194.7
Sólo lectura	SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM29.7
Temporizadores	64 (T0 a T63)	128 (T0 a T127)	256 (T0 a T255)	256 (T0 a T255)
Retardo a la conexión memorizado 1 ms	T0	T0, T64	T0, T64	T0, T64
Retardo a la conexión memorizado 10 ms	T1 a T4	T1 a T4, T65 a T68	T1 a T4, T65 a T68	T1 a T4, T65 a T68
Retardo a la conexión memorizado 100 ms	T5 a T31	T5 a T31, T69 a T95	T5 a T31, T69 a T95	T5 a T31, T69 a T95
Retardo a la conexión 1 ms	T32	T32, T96	T32, T96	T32, T96
Retardo a la conexión 10 ms	T33 a T36	T33 a T36, T97 a T100	T33 a T36, T97 a T100	T33 a T36, T97 a T100
Retardo a la conexión 100 ms	T37 a T63	T37 a T63, T101 a T127	T37 a T63, T101 a T255	T37 a T63, T101 a T255
Contadores	C0 a C63	C0 a C127	C0 a C255	C0 a C255
Contadores rápidos	HC0	HC0 a HC2	HC0 a HC2	HC0 a HC2
Relés de control secuencial	S0.0 a S7.7	S0.0 a S15.7	S0.0 a S31.7	S0.0 a S31.7
Acumuladores	AC0 a AC3	AC0 a AC3	AC0 a AC3	AC0 a AC3
Salto a metas	0 a 63	0 a 255	0 a 255	0 a 255
Llamadas a subrutinas	0 a 15	0 a 63	0 a 63	0 a 63
Rutinas de interrupción	0 a 31	0 a 127	0 a 127	0 a 127
Eventos de interrupción	0, 1, 8 a 10, 12	0 a 20	0 a 25	0 a 26
Lazos PID	No asistidos	No asistidos	0 a 7	0 a 7
Interfaces	0	0	0	0 y 1

## A.2.5.4 Áreas de operandos de la CPU

Tipo de acceso	CPU 212	CPU 214	CPU 215	CPU 216
Bit (byte.bit)	V 0.0 a 1023.7 I 0.0 a 7.7 Q 0.0 a 7.7 M 0.0 a 15.7 SM 0.0 a 45.7 T 0 a 63 C 0 a 63 S 0.0 a 7.7	V 0.0 a 4095.7 I 0.0 a 7.7 Q 0.0 a 7.7 M 0.0 a 31.7 SM 0.0 a 85.7 T 0 a 127 C 0 a 127 S 0.0 a 15.7	V 0.0 a 5119.7 I 0.0 a 7.7 Q 0.0 a 7.7 M 0.0 a 31.7 SM 0.0 a 194.7 T 0 a 255 C 0 a 255 S 0.0 a 31.7	V 0.0 a 5119.7 I 0.0 a 7.7 Q 0.0 a 7.7 M 0.0 a 31.7 SM 0.0 a 194.7 T 0 a 255 C 0 a 255 S 0.0 a 31.7
Byte	VB 0 a 1023 IB 0 a 7 QB 0 a 7 MB 0 a 15 SMB 0 a 45 AC 0 a 3 SB 0 a 7 constante	VB 0 a 4095 IB 0 a 7 QB 0 a 7 MB 0 a 31 SMB 0 a 35 AC 0 a 3 SB 0 a 15 constante	VB 0 a 5119 IB 0 a 7 QB 0 a 7 MB 0 a 31 SMB 0 a 194 AC 0 a 3 SB 0 a 31 constante	VB 0 a 5119 IB 0 a 7 QB 0 a 7 MB 0 a 31 SMB 0 a 194 AC 0 a 3 SB 0 a 31 constante
Palabra	VW 0 a 1022 T 0 a 63 C 0 a 63 IW 0 a 6 QW 0 a 6 MW 0 a 14 SMW 0 a 44 AC 0 a 3 AIW 0 a 30 AQW 0 a 30 SW 0 a 6 constante	VW 0 a 4094 T 0 a 127 C 0 a 127 IW 0 a 6 QW 0 a 6 MW 0 a 30 SMW 0 a 34 AC 0 a 3 AIW 0 a 30 AQW 0 a 30 SW 0 a 14 constante	VW 0 a 5118 T 0 a 255 C 0 a 255 IW 0 a 6 QW 0 a 6 MW 0 a 30 SMW 0 a 193 AC 0 a 3 AIW 0 a 30 AQW 0 a 30 SW 0 a 30 constante	VW 0 a 5118 T 0 a 255 C 0 a 255 IW 0 a 6 QW 0 a 6 MW 0 a 30 SMW 0 a 193 AC 0 a 3 AIW 0 a 30 AQW 0 a 30 SW 0 a 30 constante
Palabra doble	VD 0 a 1020 ID 0 a 4 QD 0 a 4 MD 0 a 12 SMD 0 a 42 AC 0 a 3 HC 0 SD 0 a 4 constante	VD 0 a 4092 ID 0 a 4 QD 0 a 4 MD 0 a 28 SMD 0 a 82 AC 0 a 3 HC 0 a 2 SD 0 a 12 constante	VD 0 a 5116 ID 0 a 4 QD 0 a 4 MD 0 a 28 SMD 0 a 191 AC 0 a 3 HC 0 a 2 SD 0 a 28 constante	VD 0 a 5116 ID 0 a 4 QD 0 a 4 MD 0 a 28 SMD 0 a 191 AC 0 a 3 HC 0 a 2 SD 0 a 28 constante



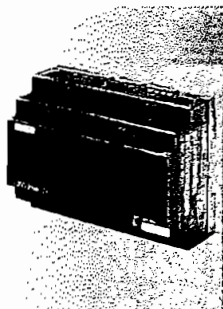
## A.2.6 Características fuente LOGO!POWER

### Módulo lógico LOGO! LOGO!Power

Logo!Power, tamaño 126 mm

2

#### Síntesis



Las fuentes LOGO!Power del tamaño 126 mm se suministran en los modelos siguientes:

- 12 V/4,5 A
- 24 V/2,5 A

#### Datos técnicos

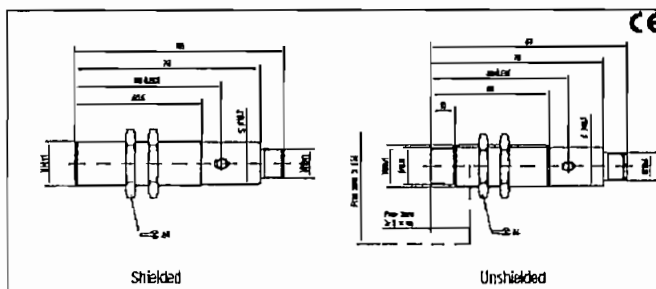
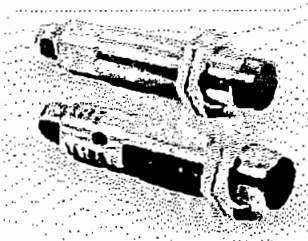
Tipo	12 V/ 4,5 A	24 V/ 2,5 A
Referencia	6EP1-322-1SH01	6EP1-332-1SH01
Entrada	monofásica AC	
Tensión nominal $U_a$ nom	120-230 V AC entrada de rango amplio	
Rango de tensión	85 a 264 V AC	
Resistencia a sobretensiones	2,3 x $U_a$ nom / 1,3 ms	
Puenteo de fallos de red con $I_a$ nom	> 40 ms con $U_a = 187$ V	
Frecuencia de red nominal, margen	50/60 Hz; 47-63 Hz	
Intensidad nominal $I_a$ nom	0,73 - 0,43 A	0,85 - 0,5 A
Limitación intensidad de conexión (+25 °C)	< 30 A	
$I^2t$	< 3 A <sup>2</sup> s	
Fusible de entrada incorporado	Interno	
Automático recomendado (IEC 898) en la alimentación de red	a partir de 10 A característica C ó 6 A característica D	
Salida	tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente	
Tensión nominal $U_a$ nom	12 V DC	24 V DC
Tolerancia total, estática	± 3%	
• Regulación estática de red	aprox. 0,1%	
• Regulación estática de carga	aprox. 1,5%	
Ondulación residual (frecuencia de red) aprox. 90 kHz)	< 200 mV <sub>pp</sub>	
Picos de conmutación (ancho de banda aprox. 20 MHz)	< 300 mV <sub>pp</sub>	
Margen de ajuste	11,1 a 12,9 V	22,2 a 25,8 V
Indicación de servicio		
Comportamiento de conexión/desconexión (arranque suave)	sin rebasa transitorio en valor de $U_a$	
Retardo de arranque/aumento de tensión	< 0,5 s/tp. 10 ms	
Intensidad nominal $I_a$ nom	4,5 A	2,5 A
Rango de tensión hasta +55 °C	0 a 4,5 A	0 a 2,5 A
Posibilidad de conexión en paralelo para aumentar la potencia	sí, 2 úds.	

Tipo	12 V/ 4,5 A	24 V/ 2,5 A
Rendimiento		
Rendimiento con $U_a$ nom, $I_a$ nom	> 80%	
Disipación con $U_a$ nom, $I_a$ nom	< 14 W	< 15 W
Regulación		
Regulación dinámica de red ( $U_a$ nom ± 15%)	< 0,2 $U_a$	
Regulación dinámica de carga ( $I_a$ : 10/90/10%)	± 4,2% $U_a$	± 1,5% $U_a$
Tempo de regulación escisión de carga		
• 10 a 90%	t <sub>tp</sub> : 20 ms	
• 90 a 10%	t <sub>tp</sub> : 20 ms	
Protección y vigilancia		
Protección contra sobretensiones de salida		
Limitación de intensidad	t <sub>tp</sub> : 5,4 A	t <sub>tp</sub> : 3,1 A
Protección contra cortocircuitos	corte electrónico; rearranque automático	
Valor efectivo de corriente de cortocircuito permanente	< 8 A	
Indicación de sobrecarga/cortocircuito		
Seguridad		
Separación galvánica primaria/secundaria	sí, tensión de salida tipo SELV (a según EN 60950)	
Clase de protección (IEC 536)	clase II	
Corriente de fuga	< 3,5 mA	
Marca CE	sí	
Homologación UL/CSA	sí, UL/CSA-Listed (UL 508, CSA 22.2)	
Homologación FM	sí, Class I Div. 2, Group A, B, C, D, T4	
Aprobación para construcción naval	sí, según GL, LR, ABS, DNV	
Grado de protección	IP 20	
Compatibilidad electromagnética		
Emisión de perturbaciones	EN 50081-1; EN 55 022 clase B	
Limitación de armónicas de red	no se aplica	
Inmunidad contra perturbaciones	EN 50 082-2; EN 61-000-4-2-3; 4-5-8	

## A.2.7 Características del sensor inductivo de proximidad

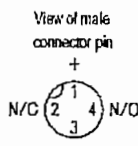
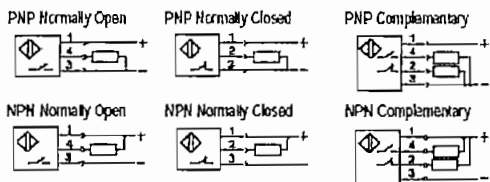
DC Inductive Sensors

### M18x1 Metal Housing 3 and 4 wire DC Micro Quick-Disconnect



Ordering Code	SENSING DISTANCE Sn		Shielded (Flush Mounting)	Extended Range* Shielded (Flush Mounting)	Unshielded (Flush Mounting)
	Function	State	5 mm	8 mm	8 mm
Electrical	PNP	Normally Open	BES-516-326-S4-C	BES-516-326-G-S4-L**	BES-516-360-S4-C
	Current	Normally Closed	BES-516-367-S4-C	*	BES-516-3026-S4-C
	Sourcing	Complementary	BES-516-105-S4-C	BES-516-105-G-S4-H	BES-516-123-S4-C
	NPN	Normally Open	BES-516-355-S4-C	*	BES-516-361-S4-C
	Current	Normally Closed	BES-516-366-S4-C	*	BES-516-3031-S4-C
	Sinking	Complementary	BES-516-111-S4-C	*	BES-516-124-S4-C
Electrical	Operating Distance		0...4 mm	0...6.4 mm	0...6.5mm
	Maximum switching frequency		900 Hz	80 Hz	600 Hz
	Supply voltage		10 - 30 V DC	10 - 30 V DC	10 - 30 V DC
	Supply voltage ripple		≤ 15% (Peak to Peak)	≤ 15% (Peak to Peak)	≤ 15% (Peak to Peak)
	Load current capacity		≤ 200 mA	≤ 200 mA	≤ 200 mA
	Protection against polarity reversal		yes	yes	yes
	Short circuit protected		yes	yes	yes
	Function display		LED	LED	LED
	Output resistance		3.3 K+Diode+LED	33 K+Diode	33 K+Diode
	Ambient temperature range		-25°C to 70°C (-13°F to 158°F)	-25°C to 70°C (-13°F to 158°F)	-25°C to 70°C (-13°F to 158°F)
	Temperature drift of Switch Point		≤ 10% of Sn	≤ 10% of Sn	≤ 10% of Sn
	Parallel Cap. to load Permitted		1 μF at 24 V DC	1 μF at 24 V DC	0.8 μF at 24 V DC
	Residual Voltage		≤ 0.8 V	≤ 0.8 V	≤ 0.8 V
	Voltage drop		≤ 2.5 V	≤ 2.5 V	≤ 1.5 V
Voltage rise on switching		≥ 1 V/μ sec	≥ 1 V/μ sec	≥ 1 V/μ sec	
Switching hysteresis		≤ 15% of Sn	≤ 15% of Sn	≤ 15% of Sn	
Repeatability		≤ 5% of Sn	≤ 5% of Sn	≤ 5% of Sn	
Current Consumption(closed/open)		≤ 25 mA closed / ≤ 8 mA open	≤ 25 mA closed / ≤ 8 mA open	≤ 25 mA closed / ≤ 8 mA open	
Mechanical	Housing material		Nickel plated brass	Nickel plated brass	Nickel plated brass
	Connection		DC Micro Connector - See Section E	DC Micro Connector - See Section E	DC Micro Connector - See Section E
	Protection class		IP 67, NEMA 4, 4X, 6, 6P, 11, 12, 13	IP 67, NEMA 4, 4X, 6, 6P, 11, 12, 13	IP 67, NEMA 4, 4X, 6, 6P, 11, 12, 13
	Nut tightening Torque maximum		35 ft. lbs.	35 ft. lbs.	36 ft. lbs.

#### Wiring Connections



#### Notes

- \* Contact factory for availability
- These switches meet:
  - UL approval # E117437
  - (For use with Class 2 power supply -24 V DC)
  - \*\* Min. 2mm Clear Zone Depth necessary
  - † Higher current rating available without SCP
  - \*\*\* No short circuit protection

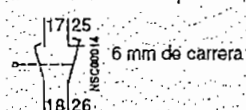
## A.2.8 Características del interruptor de posición 3SE

3SE3 230-8G



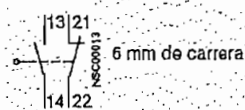
Interrupt. de posición 3SE.

con 2 contactos de acción normal con cruce o solape

Número característico 20  
conforme a EN 50 013

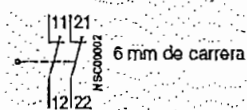
Interrupt. de posición 3SE.

con 2 contactos de acción instantánea

Número característico 11  
conforme a EN 50 013

Interrupt. de posición 3SE.

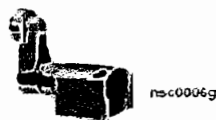
con 2 contactos de acción instantánea

Número característico 02  
conforme a EN 50 013

### Datos técnicos

Tensión asignada de aislamiento $U_i$	500 V					
Grado de ensuciamiento	Clase 3 conforme a la norma DIN VDE 01 10					
Protección contra cortocircuito <sup>1)</sup> , cartuchos fusibles DIAZED	Clase de servicio LGG 6 A, característica rápida 10 A					
Tensión asignada de empleo $U_n$	500 V AC, por encima de 380 V AC solamente el mismo potencial					
Intensidad térmica convencional $I_{th}$	10 A					
Intensidad asignada de empleo $I_n$	Corriente alterna 40 a 60 Hz			Corriente continua		
	$U_n$	$I_n$ / AC-12	$I_n$ / AC-15	$U_n$	$I_n$ / DC-12	$I_n$ / DC-13
	V	A	A	V	A	A
	24	10	10	24	10	10
	125	10	10	48	6	4
	230	10	6	110	4	1
	400	10	4	220	1	0,4
	500	10	3	440	0,5	0,2
Vida útil mecánica	30 x 10 <sup>6</sup> ciclos de maniobra (15 x 10 <sup>6</sup> para 3SE3 2.0-8.)					
Vida útil eléctrica	10 x 10 <sup>6</sup> ciclos de maniobra con contactores 3RH11, 3RT10 16, 3RT10 17, 3RT10 24 a 3RT10 26 (3TH4, 3TF40 a 3TF43)					
	0,5 x 10 <sup>6</sup> ciclos de maniobra al cortar $I_n$ / AC-15 con 230 V					
	Con corriente continua, la vida útil de los contactos no sólo depende de la intensidad de corte, sino también de la tensión, de la inductancia del circuito eléctrico y de la velocidad de maniobra. No es posible hacer indicaciones generales.					
Frecuencia de maniobra	6 x 10 <sup>6</sup> ciclos de maniobra/hora con contactores 3RH11, 3RT10 16, 3RT10 17, 3RT10 24 a 3RT10 26 (3TH4, 3TF40 a 3TF43)					
Precisión de maniobra	0,05 mm con maniobras repetidas, medido en el vástago					
Punto de maniobra	en contactos de acción instantánea, constante durante toda la vida útil, independientemente de su desgaste					
Temperatura ambiente	-30 a +85 °C					
Grado de protección conforme a IEC 60 529	IP 67.					
	IP 20 (bornes); IP 40 (espacio de conexión)					
	IP 65.					
Entrada de cables en la caja	1 x Pg 13,5 (3SE3); M 20 x 1,5 (3SE2)					
Secciones de cable	2 x 2,5 mm <sup>2</sup>					
	2 x 1,5 mm <sup>2</sup>					
	cualquiera					
Material de la caja	Metal (GD -- AISI 12)					
Conexión de conductor de protección	Dentro de la caja M 3.5					
Datos asignados $U$ , $I$ y $I_{th}$ (con caja metálica)	600 V AC					
	300 V AC					
	10 A					
	Heavy Duty, A 600 / O 600					
	Heavy Duty, A 300 / O 300					

1) Sin soldadura de contactos según IEC 60 947-5-1.



Palanca de rodillo

• de ajuste fino de 10° en 10° (suministro con vástago)

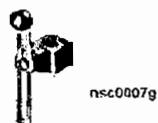
-GW

B

3SX3 167

102

0,025



• de longitud regulable (suministro con vástago)

-LU

B

3SX3 163

102

0,05

## A.3 ANEXO 3

### A.3.1 Revisión básica de SIMATIC PROTOOL/LITE

En una breve sinopsis del software HMI que proporciona SIEMENS, para manejo y visualización de procesos, se encuentra cuatro campos de acción que incluyen programas propios para cada uno de ellos.

En el campo de configuración de equipos se dispone de SIMATIC ProTool y SIMATIC ProTool/Lite.

En el campo de visualización se encuentra el software SIMATIC ProTool/Pro que consta de ProTool/Pro RT (RunTime) y ProTool/Pro CS (Configuration). Para configurar equipos basados en PC y equipos HMI, disponiendo a su vez de la funcionalidad de simulación en ausencia de equipos.

En el campo de sistemas SCADA se cuenta con SIMATIC WinCC y en el campo de diagnóstico de procesos se tiene SIMATIC ProAgent.

Con esto se trata, de dar una óptica al lector, de en que punto se encuentra el desarrollo de este proyecto, dentro del universo de productos para implementar sistemas HMI. Cabe recalcar que SIMATIC ProTool permite configurar todos los equipos de interfaz humano-máquina SIMATIC. Sin embargo, ProTool/Lite es un subconjunto económico de SIMATIC ProTool y está limitado para la configuración de equipos con visualización textual, equipos gráficos pequeños, paneles móviles y para la sección HMI del SIMATIC C7.

Es ejecutable bajo Windows 98 SE/ME y Windows NT 4.0/2000/XP, para la versión 6.0 + SP2.

### **Descripción de las operaciones básicas en el entorno del ProTool/lite V5.2 SP2**

Para crear un proyecto se puede utilizar el "Asistente de proyectos", el cual guía al usuario en la selección del equipo, del PLC, de un proyecto estándar y a recopilar la información introducida, siendo obligatorio especificar el equipo a configurar.

La ventana de ProTool/Lite esta compuesta de una ventana de proyecto, una barra de menús, barra de herramientas y ventana de avisos del sistema. fig. 3.1

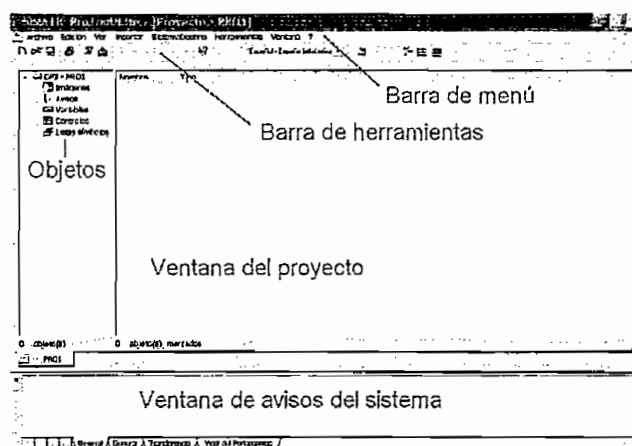


Figura 3. 1. Ventana del protool/lite

La ventana proyecto está compuesta por una cantidad objetos, determinada por el equipo a ser configurado. En el caso del OP3 se dispone de cinco: Imágenes, Avisos, Variables, Controles y Listas símbolos fig. 3.13.

En la Barra de menús la mayoría tiene que ver con el proyecto realizado, destacándose el menú "SistemaDestino", que define la configuración del OP3. Al desplegar este menú, se enfatizan los ítems a continuación fig 3.2:

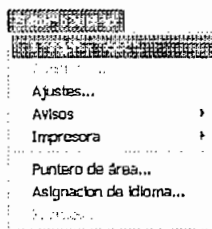


Figura 3. 2. Menú sistema destino

**"Ajustes"** abre el diálogo para definir ajustes generales de la unidad de operación como: el password para el nivel máximo, el formato de fecha y hora, la asignación de la tecla SHIFT y parpadeo para los campos de entrada.

**"Avisos"** abre un diálogo para elegir la presentación de avisos de sistema en el OP y el tiempo que permanecerán en pantalla.

**"Puntero de área"** define las áreas de direcciones en el OP necesarias para la comunicación con el PLC.

**"Asignación de idioma"** define el idioma para editar el proyecto actual y los idiomas que se cargarán en el OP.

En la barra de herramientas se destacan los iconos: generar y transferir. Para utilizar estos iconos primero de debe configurar el p3rtico de PC/PG por el cual se han de transmitir los datos de configuraci3n al OP. Para esto se utiliza el men3 Archivo-Transferencia, que despliega un di3logo donde se selecciona el puerto COM y la velocidad de transferencia.

“**Generar**” crea a partir del proyecto actual, un archivo ejecutable en la unidad de operaci3n OP. Adem3s realiza la tarea de compilaci3n comprobando la consistencia del proyecto, dando a notar los errores e irregularidades cometidas, que se visualizan en la ventana de avisos de sistema como indicaciones y advertencias fig 3.3.



Figura 3. 3Icono generar

“**Transferir**” transfiere el archivo del proyecto generado al OP fig 3.4.



Figura 3. 4Icono transferir

En la Ventana de avisos de sistema se muestra informaci3n acerca del estado y errores de un proyecto, mientras se lo construye, genera y transfiere al OP.

### **Breve descripci3n de los objetos del proyecto en ProTool/Lite usando un OP3**

Los objetos aparecen en forma de 3rbol de navegaci3n en el extremo izquierdo de la ventana del proyecto fig 3.1. Al dar clic izquierdo sobre cada uno, se despliega en el lado derecho una lista con los elementos que contiene. Con el clic derecho o doble clic, se inserta elementos para cada objeto.

#### **Objeto Im3genes**

Del objeto im3genes se despliega una o varias ventanas (dependiendo cuantas im3genes se desee insertar al proyecto), conocidas como editores en las cuales se crea la interfaz de usuario del OP fig. 3.5.

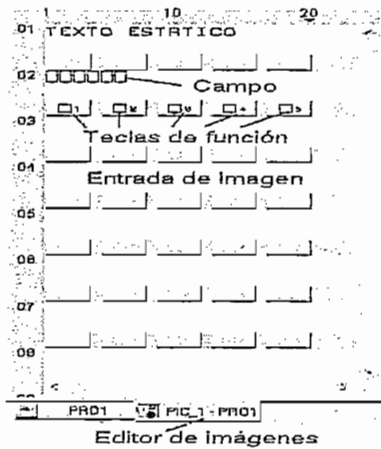


Figura 3. 5 Ventana imagen

Cada imagen tiene adjuntas propiedades como: nombre, número, si va ha ser colocada en índice o si es la imagen inicial. A estas opciones se accede dando clic derecho sobre la ventana fig 3.6.

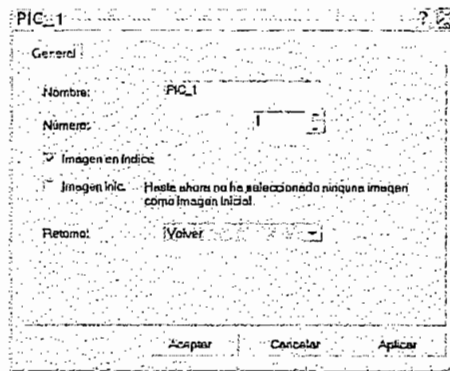


Figura 3.6 Propiedades de las imágenes.

El editor de imágenes comprende hasta 20 entradas de imagen, separadas por las teclas soft fig. 3.5.

Cada entrada de imagen tiene el tamaño del display del OP y su número se indica a la izquierda del editor fig. 3.5. Consta de partes estáticas o texto y dinámicas o campos. Los campos son espacios de caracteres designados para que aparezcan en ciertas regiones del display y generalmente contienen una variable. Se insertan utilizando el icono de la barra de herramientas mostrado en la siguiente figura y sus propiedades se modifican dando doble clic sobre el campo una vez que ha sido insertado en una entrada de imagen, con la ventana Campo de entrada/salida fig 3.7.

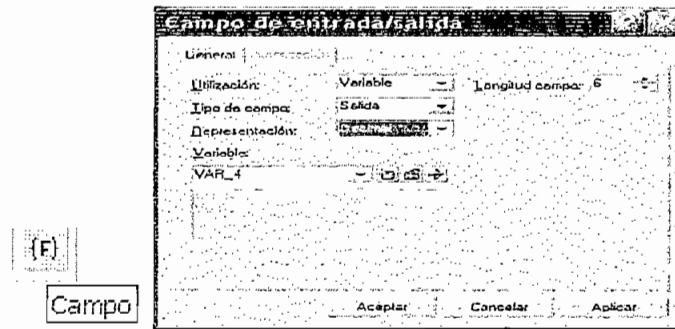


Figura 3.7 Campo de entrada/salida

Las teclas soft tienen funciones especiales, pueden ser asignadas para cada entrada de imagen e ir acopladas a variables, al dar clic sobre las teclas de función que aparecen en el editor de imágenes. Fig. 3.8. Realizan tareas como: selección de imágenes, cambio de idioma, poner/reponer bits en el PLC.

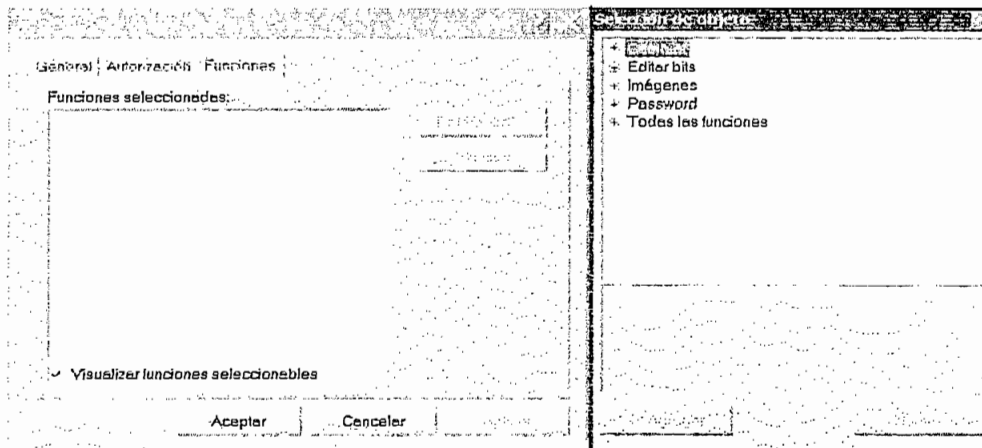


Figura 3.8 Editor de imágenes

### Objeto Avisos

Del objeto avisos se despliega una ventana fig. 3.9, para editar los avisos de servicio o proceso del OP, a la izquierda tienen el número del aviso y corresponde a cada bit en el área definida en la memoria del PLC. La prioridad es atribuida a cada aviso y esta entre 1 y 4 siendo mayor el que tenga prioridad 4.



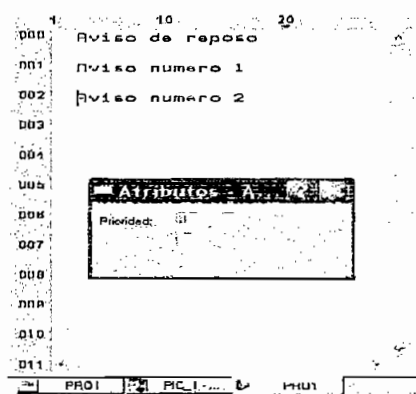


Figura 3.9 Avisos

### Objeto Variables

Del objeto variable se despliega una ventana en la que se muestra todas las variables utilizadas. Se puede insertar variables dando clic derecho sobre el objeto. Al insertar una variable, aparece una ventana de propiedades de la variable (v. fig. 3.10.) En esta se introduce el nombre (máximo 12 caracteres), PLC, tipo (formato), ciclo de registro (tiempo de actualización de la variable), decimales, dirección en la memoria del PLC y los valores límite de la variable.

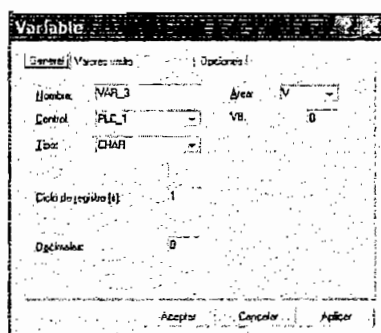


Figura 3.10 Variable

### Objeto Controles

Al seleccionar el objeto control se visualiza un cuadro de diálogo para ingresar los parámetros de comunicación del PLC. Se tiene: el nombre del PLC, el impulso (el ciclo de registro es un múltiplo del impulso básico y determinan el tiempo de actualización de las variables), y el protocolo, que al ser SIMATIC S7-200, despliega otra ventana de propiedades fig. 3.11, en la cual, se describen: la dirección y la interfaz del OP, el protocolo y la velocidad de comunicación, y la dirección del interlocutor o PLC.

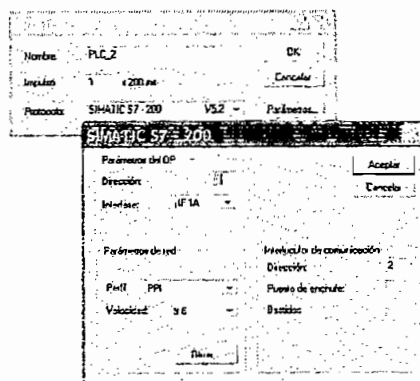


Figura 3.12 Comunicación con PLC

### Objeto Listas símbolos.

El objeto Lista de símbolos despliega una ventana donde se muestran todas listas creadas. Al hacer clic con el botón secundario en esta ventana se despliega otra que sirve para crear listas fig. 3.13.

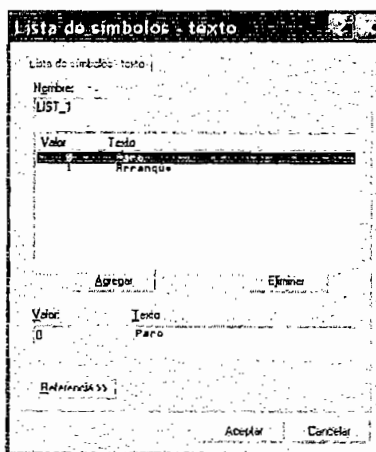


Figura 3.13 lista de símbolos

Las listas se asocian a las variables en la ventana "Campo de entrada/salida" fig. 2.19, al seleccionar en el cuadro "Representación" la opción "texto".

### Pasos para Configurar el OP3 utilizando ProTool/lite v5.2

Usualmente se implementa una configuración donde el OP3 esta conectado al PLC y al PC Fig. 3.14. Los pasos que se debe considerar para poner en marcha este sistema se detallan a continuación:

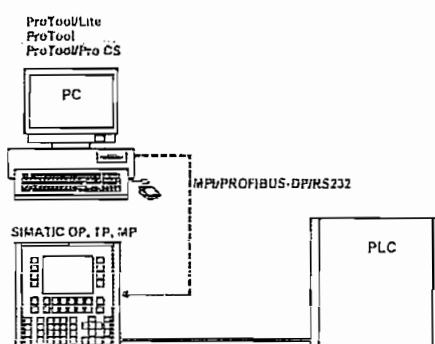


Figura 3.14 Conexión del op3

Primero, se asegura que en el PLC el(los) pórtico(s) destinado para comunicarse con el OP, este configurado en modo PPI/esclavo, como se describió anteriormente.

Segundo, el OP3 debe ser puesto en modo Transferencia serie, utilizando la tecla soft delegada con la función Cambio modo de servicio. Para acceder a una imagen especial el OP requiere el ingreso del Password de nivel máximo, por defecto de fábrica es 100, a no ser que el usuario la haya cambiado.

Tercero, se verifica que los cables de comunicación estén bien conectados entre los puertos del OP, la PG/PC y el PLC.

Cuarto, se revisa que las velocidades y direcciones de todos los dispositivos tengan coherencia. Del PC/PG en el menú Archivo-Transferencia (refiérase al literal descripción del entorno de Protool), y del OP3 junto con el PLC dando doble clic sobre el objeto Control e ingresando a Parámetros del protocolo (refiérase al literal controles).

Quinto, el proyecto creado en ProTool debe contener las asignaciones de las áreas de datos en la memoria del CPU y/o las variables y no indicar errores o advertencias en la ventana de Avisos de sistema una vez Generado utilizando el icono dispuesto en la barra de herramientas.

Por último, se espera el mensaje Transferencia concluida con éxito y el auto-arranque del OP. Debiendo este iniciar en modo Online.

En un sistema en el cual no se incluye el PLC, el OP es energizado con una fuente externa y solo se conecta la PC/PG para configurarlo, se pueden seguir los mismos pasos descritos, descartando en cada párrafo al PLC.

### A.3.2 Imágenes especiales

Número de la Imagen	Imagen especial
0	Índice de las imágenes
25	Estado Variable
26	Control Variable
30	Selección del idioma
31	Cambiar modo de servicio
35	Poner hora fecha
36	Dirección velocidad MPI
55	Login password
56	Edrarpassword

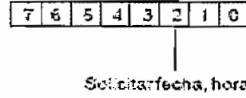
### A.3.3 Área de interfaz para el OP3



### A.3.3.1 Bits de control y confirmación

**Byte n+0:**  
Solicitar fecha, hora

Con el byte n+0, el OP3 solicita la hora actual y la fecha al S7. La ilustración muestra la estructura del byte de datos.



**Bit 2** Solicitar fecha, hora  
 1 = OP3 solicita cada hora la fecha hora  
 0 = El programa S7 ha actualizado la fecha hora en el área de interfase

**Byte n+1:**  
Reconocer el arranque del OP

Con el byte n+1 el S7 puede reconocer un nuevo arranque del OP3. La ilustración muestra la estructura del byte de datos.



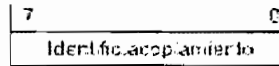
**Bit 0** 1 = OP3 ha arrancado

El bit 0 en el byte de datos n+1 es puesto por el OP3 después de concluir el arranque. En el programa de S7 se puede reponer el bit y reconocer, de este modo, un nuevo arranque del OP3.

### A.3.3.2 Identificación del acoplamiento

**Byte n+13**

En el byte n+13 lleva el OP3 la identificación del acoplamiento (MPI-PPI). Así puede ser evaluada por el S7 la identificación del acoplamiento. La ilustración muestra la estructura del byte de datos.



0 = Acoplamiento a través de MPI  
 1 = Acoplamiento a través de PPI

### A.3.3.3 Hora y fecha

**Bytes n+15 hasta n+17:**  
Hora

Los bytes n+15 hasta n+17 contienen la hora actual del S7 codificada en binario. La ilustración muestra la estructura del byte de datos.

Dirección	7	0
n+15	Hora(0...23)	
n+16	Minutos(0...59)	
n+17	Segundos(0...59)	

**Bytes n+21 hasta n+24:**  
Fecha

Los bytes n+21 hasta n+24 contienen la fecha actual del S7 codificada en binario. La ilustración muestra la estructura del byte de datos.

Dirección	7	0
n+21	Día de la semana(1...7)	
n+22	Día(1...31)	
n+23	Mes(1...12)	
n+24	Año(0...99)	

### A.3.4 TASK ID Y REPLY ID PARA COMUNICACIÓN DE LOS DRIVES

#### A.3.4.1 Task ID y su significado

Task ID	Significado
0	No tarea
1	Preguntar el valor del parámetro
2	Cambiar el valor del parámetro (Word)
3	Cambiar el valor del parámetro (DoubleWord)
4	Preguntar el elemento descriptivo *
6	Preguntar el valor del parámetro (Array) *
7	Cambiar el valor del parámetro (Array, Word) **
8	Cambiar el valor del parámetro (Array, DoubleWord) **
9	Preguntar el número de elementos de matrices
10	Reservado
11	Cambiar el valor del parámetro (Array, DoubleWord) y guardar en la EEPROM **
12	Cambiar el valor del parámetro (Array, Word) y guardar en la EEPROM **
13	Cambiar el valor del parámetro (DoubleWord) y guardar en la EEPROM
14	Cambiar el valor del parámetro (Word) y guardar en la EEPROM
15	Leer o cambiar el texto (Solo soportado via OP o SIMOVIS)

#### A.3.4.2 Reply ID y su significado

Reply ID	Significado
0	No Repique
1	Transferencia del valor del parámetro (Word)
2	Transferencia del valor del parámetro (DoubleWord)
3	Transferencia de elemento descriptivo *
4	Transferencia del valor del parámetro (Array, Word) **
5	Transferencia del valor del parámetro (Array, DoubleWord) **
6	Transferencia del número de elementos del Array
7	La tarea no puede ser ejecutada (Con número de error)
8	No se permite control/cambios para la interfaz PKW
9	Reporte de cambio de parámetro (Word)
10	Reporte de cambio de parámetro (DoubleWord)
11	Reporte de cambio de parámetro (Array, Word) **
12	Reporte de cambio de parámetro (Array, DoubleWord) **
13	Reservado
14	Reservado
15	Transferencia de texto

\* El elemento requerido de la descripción del parámetro se especifica en IND (2da word)

\*\* El elemento requerido del parámetro indexado se especifica en IND (2da word)

Task ID	Reply ID	
	positivo	negativo
0	0	7 o 8
1	1 o 2	↑
2	1	
3	2	
4	3	
6	4 o 5	
7	4	
8	5	
9	6	
10	-	
11	5	
12	4	
13	2	
14	1	↓
15	15	7 o 8

#### A.3.4.3 Número de error cuando la tarea no puede ser cumplida

Número de error para el Task "La tarea no puede ser ejecutada"	
Nro	Significado
0	Número legal del parámetro inadmisibles (PNU); si el PNU no está permitido
1	El valor del parámetro no puede ser cambiado; si el parámetro es un parámetro de visualización
2	Límite inferior o superior excedido
3	sub.-índice erróneo
4	No Array
5	Tipo de datos incorrecto
6	Setting no permitido (solo puede ser reset)
7	Elemento descriptivo no puede ser cambiado; No es posible
11	No es correcto el control del operador
12	Key word perdido; Parámetro del drive:'Access key' y/o 'Acceso especial a parámetro' No está correctamente configurado
15	No está disponible un Array de texto
17	La tarea no puede ser ejecutada debido al estado operativo
101	Número de parámetro desactivado al momento; dependiente del estado del driver
102	El ancho del canal es demasiado pequeño; solamente para canales pequeños. La longitud parametrizada del área PKW es demasiado larga debido a las limitaciones internas del drive. Este mensaje de error puede ocurrir con el Protocolo USS en la tecnología T100 solamente si el acceso es hecho a los parámetros de la unidad básica desde esta interfaz.
103	Número de PKW incorrecto; solo para G-Scm 1/2 y SCB interface (USS) Este número de error es transferido en los siguientes dos casos: Si la tarea concierne a todos los índices de un parámetro indexado (Índice de la tarea = 255) o todas las descripciones de parámetros es requerida y un telegrama de longitud variable no ha sido parametrizado. Si el número de PKW's parametrizado (process-data items) en el telegrama es demasiado pequeña para la tarea configurada (ejemplo: alteración de una DoubleWord y el número de el PKW es 3 .

104	Valor de parámetro no permitido; Este numero de error es transmitido si el valor del parámetro que está siendo transferido no tiene una función asignada en el drive o no puede ser aceptada para el instante de cambio por razones internas (Aunque no este entre los límites)
105	El parámetro a sido indexado ejemplo: Tarea 'Cambiar palabra PWE' para un parámetro indexado
106	Tarea no implementada

### A.3.5 Palabra de control y palabra de estado para los drives

#### A.3.5.1 Palabra de control para el MicroMaster 420 y vector

Bit	Valor	Significado
0	1	ON
	0	OFF 1
1	1	Condiciones de operación
	0	OFF 2
2	1	Condiciones de operación
	0	OFF 3
3	1	Operación habilitada
	0	Operación inhibida
4	1	Condición de operación
	0	Generador de función de rampa inhibido
5	1	Generador de función de rampa habilitado
	0	Retención del Generador de función de rampa
6	1	Set Point habilitado
	0	Set Point inhibido
7	1	Reconocimiento
	0	Sin significado
8	1	Gradual 1 ON
	0	Gradual 1 OFF
9	1	Gradual 2 ON
	0	Gradual 2 OFF
10	1	Control desde el PLC
	0	No control
11-15		Especificaciones del convertidor

#### A.3.5.2 Palabra de estado para el MicroMaster 420 y vector

Bit	Valor	Significado
0	1	Listo para Switch-on
	0	No listo para Switch-on
1	1	Listo
	0	No listo
2	1	Operación habilitada
	0	Operación deshabilitada



3	1	Falla
	0	Libre de falla
4	1	No OFF 2
	0	OFF 2
5	1	No OFF 3
	0	OFF 3
6	1	Switch-on inhibido
	0	Switch-on no inhibido
7	1	Alarma
	0	No alarma
8	1	Valor actual de set point monitoreado en el rango de tolerancia
	0	No en el rango de tolerancia
9	1	Control requerido
	0	Operación local
10	1	f o v alcanzado
	0	f/v caída baja
11-15		Especificados para cada convertidor

### A.3.5.3 Palabra de control para el MasterDrive

Bit	Valor	Significado
0	1	Orden CON.1
	0	Orden DES. 1
1	0	Orden DES. (L DES.2) (eléctrica)
	1	NO Orden DES. (H DES.2) (eléctrica)
2	0	Orden DES.3 (L DES.3) (paro rápido)
	1	No orden DES.3 (H no DES.3) (paro rápido)
3	0	Orden de liberación del ondulador (Lbloqueo del ondulador)
	1	Orden de liberación del ondulador (H liberación del ondulador)
4	0	Orden de bloqueo del GdR (L bloqueo del GdR)
	1	No orden de bloqueo del GdR (H bloqueo del GdR)
5	0	Orden de paro para el GdR (L „paro del GdR“)
	1	No orden de paro para el GdR (H paro del GdR)
6	0	No orden de liberación de consigna (L „liberación de consigna“)
	1	Orden de liberación de consigna (H „liberación de consigna“)
7	0	No orden de acuse de recibo(Lacuse de recibo)
	1	Orden de acuse de recibo(□acuse de recibo“)
8	0	Marcha a impulsos 1 orden CON. (L marcha a impulsos 1 DES.)
	1	Marcha a impulsos 1 orden CON. (Hmarcha a impulsos 1 CON.)
9	0	Marcha a impulsos 2 orden CON. (L marcha a impulsos 2 DES.)
	1	Marcha a impulsos 2 orden CON. (Hmarcha a impulsos 2 CON.)
10	0	No orden mando a través del equipo de automatización (L no mando de la autom.)
	1	Orden mando a través del equipo de automatización (H mando de la autom.)
11	0	No orden giro horario (L giro horario)
	1	Orden giro horario (H giro horario)
12	0	No orden giro antihorario (L giro antihorario)
	1	Orden giro antihorario (H giro antihorario)
13	0	No orden subir potenciómetro motorizado (L „subir potenciómetro motorizado“)
	1	Orden subir potenciómetro motorizado (H „subir potenciómetro motorizado“)
14	0	No orden bajar potenciómetro motorizado (L „potenciómetro motorizado“)
	1	Orden bajar potenciómetro motorizado (H „potenciómetro motorizado“)
15	0	No orden fallo externo 1 (L fallo externo 1)
	1	Orden fallo externo 1 (H fallo externo 1)
16	1 o 0	Orden juego de datos funcionales, JDF bit 0

17	1 o 0	Orden juego de datos funcionales, JDF bit 1
18	1 o 0	Orden juego de datos del motor, JDM bit 0
19	1 o 0	Orden juego de datos del motor, JDM bit 1
20	1 o 0	No orden consigna fija, VCF bit 0 (LSB)
21	1 o 0	Orden consigna fija, VCF bit 1 (MSB)
22	0	No orden de liberación de la sincronización (L liberación de la sincronización)
	1	Orden de liberación de la sincronización (H liberación de la sincronización)
23	0	Orden de liberación para captar (L liberar captar)
	1	Orden de liberación para captar (H liberar captar)
24	0	No orden de liberación para el regulador de estatismo/tecnología (L liberar el regulador de estatismo/tecnología)
	1	Orden de liberación para el regulador de estatismo/tecnología (H liberar el regulador de estatismo/tecnología)
25	0	No orden de liberación de regulador (L liberación de regulador)
	1	Orden de liberación de regulador (H liberación de regulador)
26	0	Orden fallo externo 2 (L fallo externo 2)
	1	No orden fallo externo 2 (H fallo externo 2)
27	0	Orden accionamiento esclavo/maestro (L accionamiento maestro)
	1	Orden accionamiento esclavo/maestro (H accionamiento esclavo)
28	0	Orden alarma externa 1 (L alarma externa 1)
	1	NO orden alarma externa 1 (H alarma externa 1)
29	0	Orden alarma externa 2 (L alarma externa 2)
	1	NO orden alarma externa 2 (H alarma externa 2)
30	0	Selección de juegos de datos BICO (L juego de datos 1)
	1	Selección de juegos de datos BICO (H juego de datos 2)
31	0	NO orden de acuse de recibo del contactor principal (L acuse de recibo del CP)
	1	Orden de acuse de recibo del contactor principal (H acuse de recibo del CP)

#### A.3.5.4 Palabra de estado para el MasterDrive

Bit	Valor	Significado
0	1	Mensaje "listo para conexión" (H)
	0	Mensaje " No listo para conexión" (L)
1	0	Mensaje "listo para servicio" (L)
	1	Mensaje "No listo para servicio" (H)
2	0	Mensaje "No servicio" (L)
	1	Mensaje "servicio" (H)
3	0	Mensaje " No fallo" (L)
	1	Mensaje "fallo" (H)
4	0	Mensaje "DES.2" (L)
	1	Mensaje " No DES.2" (H)
5	0	Mensaje "DES.3" (L)
	1	Mensaje " No DES.3" (H)
6	0	Mensaje "No bloqueo a la conexión" (L)
	1	Mensaje "bloqueo a la conexión" (H)
7	0	Mensaje "No alarma" (L)
	1	Mensaje "alarma" (H)
8	0	Mensaje "desviación consigna-valor real" (L)
	1	Mensaje "No desviación consigna-valor real" (N)
9	0	Mensaje "No PZD mando solicitado" (L)
	1	Mensaje "PZD mando solicitado" (H)
10	0	Mensaje "frecuencia de comparación alcanzada" (H)
	1	Mensaje " No frecuencia de comparación alcanzada" (L)
11	0	Mensaje " No fallo subtensión" (L)

	1	Mensaje "fallo subtensión" (H)
12	0	Mensaje "No excitación del CP" (L)
	1	Mensaje "excitación del CP" (H)
13	0	Mensaje "No GdR activo" (L)
	1	Mensaje "GdR activo" (H)
14	0	Mensaje "giro antihorario" (L)
	1	Mensaje "giro horario" (H)
15	0	Mensaje "No KIP/FLN activa" (L)
	1	Mensaje "KIP/FLN activa" (H)
16	0	Mensaje "NO función captar activa" (L)
	1	Mensaje "función captar activa" (H)
17	0	Mensaje "No sincronismo alcanzado" (L)
	1	Mensaje "sincronismo alcanzado" (H)
18	0	Mensaje "sobrevelocidad" (L)
	1	Mensaje "No sobrevelocidad" (H)
19	0	Mensaje "NO fallo externo 1" (L)
	1	Mensaje "fallo externo 1" (H)
20	0	Mensaje "No fallo externo 2" (L)
	1	Mensaje "fallo externo 2" (H)
21	0	Mensaje "No alarma externa" (L)
	1	Mensaje "alarma externa" (H)
22	0	Mensaje "No alarma i2t convertidor" (L)
	1	Mensaje "alarma i2t convertidor" (H)
23	0	Mensaje "No fallo sobretemperatura convertidor" (L)
	1	Mensaje "fallo sobretemperatura convertidor" (H)
24	0	Mensaje "No alarma sobretemperatura convertidor" (L)
	1	Mensaje "alarma sobretemperatura convertidor" (H)
25	0	Mensaje "No alarma sobretemperatura motor" (L)
	1	Mensaje "alarma sobretemperatura motor" (H)
26	0	Mensaje "No fallo sobretemperatura motor" (L)
	1	Mensaje "fallo sobretemperatura motor" (H)
27	0	Reserva
	1	Reserva
28	0	Mensaje "No fallo vuelco motor/motor bloqueado" (L)
	1	Mensaje "fallo vuelco motor/motor bloqueado" (H)
29	0	Mensaje "No contactor de puenteo excitado" (L)
	1	Mensaje "contactor de puenteo excitado" (H)
30	0	Mensaje "No alarma, error de sincronización" (L)
	1	Mensaje "alarma, error de sincronización" (H)
31	0	Mensaje "No precarga activa" (L)
	1	Mensaje "precarga activa" (H)

### A.3.6 AREA DE DATOS DE SISTEMA DEL DRIVER USS.

Byte	Significado	Valor
DV4022	Dirección del writing pointer del buffer de recepción base	variable
VW4026	Carácter contador para el recibimiento de los datos de red en INT 6	variable
VB4028	Buffer para LAE para el chequeo en la recepción	variable
VB4029	Buffer para ADR para el chequeo en la recepción	variable
VD4030	Dirección de VBO	set in system
VD4034	Dirección del buffer de transmisión del 1er esclavo	set in system

VD4038	Dirección del buffer de recepción del 1er esclavo	set in system
VD4042	Dirección del buffer de transmisión de broadcast	variable
VD4046	Dirección del buffer de transmisión actual	variable
VD4050	Dirección del buffer de recepción actual	variable
VD4054	Dirección de transmisión para el sistema S7	variable
VW4058	Contador de lazo	variable
VW4060	Numero de esclavos (Valor copiado de VB0)	0 hasta 31
VW4062	Interrupción 0 - contador para el inicio de transmisión	0 hasta 65535
VW4064	Conocimiento del retardo de tiempo del contador	0 hasta 4
VW4066	Tiempo de monitoreo de la trama	Val.desde VB34 - 2
VW4068	Contador nodo	1 hasta 31
VW4070	Resultado del calculo BCC	variable
VW4072	Contador del tiempo de monitoreo de la trama	2
VB4074	No usado	2 a 18
VB4075	Bits de estado **	1 a 31
VB4076	Buffer de recepción base: STX	variable
VB4077	Buffer de recepción base: LAE	variable
VB4078	Buffer de recepción base: ADR	variable
VB4079	Buffer de recepción base: Byte 1 de los datos de red	variable
VB4080	Buffer de recepción base: Byte 2 de los datos de red	variable
VB4081	Buffer de recepción base: Byte 3 de los datos de red	variable
VB4082	Buffer de recepción base: Byte 4 de los datos de red	variable
VB4083	Buffer de recepción base: Byte 5 de los datos de red	variable
VB4084	Buffer de recepción base: Byte 6 de los datos de red	variable
VB4085	Buffer de recepción base: Byte 7 de los datos de red	variable
VB4086	Buffer de recepción base: Byte 8 de los datos de red	variable
VB4087	Buffer de recepción base: Byte 9 de los datos de red	variable
VB4088	Buffer de recepción base: Byte 10 de los datos de red	variable
VB4089	Buffer de recepción base: Byte 11 de los datos de red	variable
VB4090	Buffer de recepción base: Byte 12 de los datos de red	variable
VB4091	Buffer de recepción base: Byte 13 de los datos de red	variable
VB4092	Buffer de recepción base: Byte 14 de los datos de red	variable
VB4093	Buffer de recepción base: Byte 15 de los datos de red	variable
VB4094	Buffer de recepción base: Byte 16 de los datos de red	variable
VB4095	Buffer de recepción base: BCC	variable

\*\* Bits de estado

### A.3.7 LISTA DE INSTRUCCIONES DEL PROGRAMA DEL DRIVER USS®

Seguidamente se presenta el código AWL provisto por el fabricante del Driver del Protocolo USS®.

## 5.4 Program listing with example user program (subroutine 2)

```

// *****
// *** USS*_Driver software with example application *****
// *****
//
// Programs included:
// OB 1 : Main program (cycle)
// SBR 0 : Initialization
// SBR 1 : Block communication interrupts/events (in "TERM" mode only)
// SBR 2 : Example application
// INT 0 : Timebase
// INT 2 : Transmit frame complete
// INT 3 : Receive 1st character STX (02)
// INT 4 : Receive 2nd character LAE (2 <= LAE <= 18)
// INT 5 : Receive 3rd character ADR (1 <= ADR <= 31)
// INT 6 : Receive 4th to nth character
// INT 7 : Receive characters that arrive outside the frame delay (receive buffer clearance)
// Written by : Spanke, ANL A451-SY
// Date : 29.08.1995
// Driver version : 1.0
// Changes : Example application revised, 12.03.1996
//
// *****

// *****
// *** MAIN PROGRAM *****
// *****

ORGANIZATION_BLOCK OB 1
TITLE = COMMUNICATION
BEGIN

// === Set interface for PG or a free port and initialize communication ===
LD SM0.7; // "RUN" mode
A SM0.1; // 1st program cycle
CALL 0; // -> Call up initialization / set a free port
LD SM0.7; // "RUN" mode
EU; // Rising edge
CALL 0; // -> Call up initialization / set a free port

// === In "TERM" mode, block communication interrupts/events ===
LDN SM0.7; // "TERM" mode
CALL 1; // -> Block communication interrupts/events

// === User program ===
LD SM0.0; // RLO "1"
CALL 2;

MEND; // ***** End of main program *****

// *****

```

## Program listing (cont.)

```

//-----
// ***** SUBROUTINE 0 *****
//-----
//
// Standard software : Initialize communication / interface
// With this sub, the following tasks are handled:
//   - Initialization of the serial interface
//   - Clearance of the driver system data area
//   - Initialization of the driver - system data area
//   - Clearance of the transmit and receive buffers
//   - Initialization of the transmit buffers with SLAE, STX, LAE, ADR
//   - Initialization of the transmit buffer for broadcast
//   - Other Initializations
//   - Parameterization of time interrupt T0 for transmission cycle
//
//-----
SBR    0;                // *** SUBROUTINE 0 ***

// === Initialization of the serial interface ===
LD     SM0.0;           // RLO "1"
MOVB  16#49, SMB30;    // 9600 baud, even parity, 8 bits/ char.

// === Clearance of the driver system data area ===
FILL  0, VW4022, 37;   // Delete VB4022 - VB4095

// === Initialization of the driver system data area ===
LDB<= VB0, 0;         // Number of slaves <= 0
MOVB  0, VB0;         // ==> Limit number of slaves to 0
LDB>= VB0, 31;        // Number of slaves >= 31
MOVB  31, VB0;        // ==> Limit number of slaves to 31
LD     SM0.0;         // RLO "1"
MOVD  &VB0, VD4030;   // Initial address VB0
MOVD  VD4030, VD4034; // Intermediate step calculation of transmit address
+D    VD36, VD4034;   // Initial address transmit buffer node 1
MOVD  VD4034, VD4038; // Intermediate step calculation of receive address
+D    21, VD4038;    // Initial address receive buffer node 1
MOVD  VD4034, VD4046; // Current pointer for transmit buffer calculation node 1- X
MOVB  ~VD4030, VB406i; // Number of nodes
MOVD  0, AC1;        // Reset ACCU 1
MOVB  VB4061, AC1;   // Buffer number of nodes
MUL   44, AC1;       // Distance broadcast
+D    VD4034, AC1;   // Buffer
MOVD  AC1, VD4042;   // Initial address broadcast frame

// === Clear the transmit and receive buffers including status and error byte ===
FOR   VW4058, 1, VW4060; // Beginning of loop
FILL  0, *VD4046, 22;   // --- Clear
+D    44, VD4046;      // --- Increment transmit/receive buffer
NEXT; // End of loop
MOVD  VD4034, VD4046;   // Enter Initial value for current transmit buffer pointer

// === Clear the broadcast transmit buffer ===
FILL  0, *VD4042, 11;   // Clear the broadcast transmit buffer; 22 words

// === Initialization of the transmit buffers with SLAE, STX, LAE, ADR ===
MOVD  VD4030, AC1;     // Auxiliary pointer for parameter transfer
MOVD  0, AC2;         // Reset ACCU 2
INCD  AC1;            // Set pointer to 1st frame length

FOR   VW4058, 1, VW4060; // Beginning of loop
LDB<= *AC1, 4;        // Frame length slave <= 4
MOVB  4, *AC1;        // ==> Limit frame length slave to 4
LDB>= *AC1, 20;       // Frame length slave >= 20
MOVB  20, *AC1;       // ==> Limit frame length slave to 20
LD     SM0.0;         // RLO "1"
MOVB  *AC1, AC2;      // --- Auxiliary storage for frame length
MOVB  AC2, *VD4046;   // --- Entry SLAE
INCD  VD4046;        // --- Pointer transmit buffer +1
MOVB  16#02, ~VD4046; // --- Entry STX

```

## Program listing (cont.)

```

INCD   VD4046;           // ---- Pointer transmit buffer +1
-I     2, AC2;           // ---- SLAE - 2
MOVW   AC2, *VD4046;     // ---- Entry LAE
INCD   VD4046;           // ---- Pointer transmit buffer +1
MOVW   VB4059, *VD4046;  // ---- Entry ADR
INCD   AC1;              // ---- Set pointer to next frame length
+D     41, VD4046;       // ---- Set next transmit buffer
NEXT;                          // End of loop

MOVW   VD4034, VD4046;    // Initial value for current transmit buffer pointer

// === Initialization of the transmit buffer for broadcast ===
MOVW   VD4042, AC1;       // Auxiliary pointer for broadcast
LDB<=  VB32, 4;          // Frame length broadcast <= 4
MOVW   4, VB32;          // ==> Limit frame length broadcast to 4
LDB>=  VB32, 20;         // Frame length broadcast >= 20
MOVW   20, VB32;         // ==> Limit frame length broadcast to 20
LD     SM0.0;            // RLO "i"
MOVW   VB32, *AC1;       // Entry SLAE
INCD   AC1;              // Auxiliary pointer for broadcast + 1
MOVW   16#02, *AC1;      // Entry STX
INCD   AC1;              // Auxiliary pointer for broadcast + 1
MOVW   VB32, AC2;        // Auxiliary calculation step
-I     2, AC2;           // Content of AC2 - 2
MOVW   AC2, *AC1;       // Entry LAE
INCD   AC1;              // Auxiliary pointer for broadcast + 1
MOVW   16#20, *AC1;     // Entry broadcast ADR = 32

// === Other initializations ===
MOVW   VW34, VW4066;     // Auxiliary storage for transmission cycle (cycle = VW34 * 5ms)
-I     2, VW4066;        // Adaptation of the monitoring time (monitoring time = (VW34 - 2) * 5ms)

// === Parameterization of the time interrupt T0 for transmission cycle ===
MOVW   5, SMB34;         // Time interrupt every 5 ms
ATCH   +0, 10;           // Time interrupt for driver processing
ATCH   +7, 8;            // Retriggering on receipt
ENI;                      // Enable all interrupts
RET;                      // *** End of subroutine 0 ***

// -----
// ***** SUBROUTINE 1 *****
// -----
//
// This subroutine is called up if "TERM" mode has been selected.
// The interface is therefore enabled for communication with the PG/PC and the
// communication interrupts for the USS driver are blocked.
// -----

SBR    1;                  // SUBROUTINE 1

LD     SM0.0;              // RLO "1"
MOVW   16#C0, SMB30;      // Enable interface for PG/PC
DTCH   +8;                 // Block receive event
DTCH   +9;                 // Block transmit event
DTCH   +10;                // Block time event
RET;                      // *** End of subroutine 1 ***

```

## Program listing (cont.)

```

// -----
// ***** INTERRUPT 0 *****
// -----
//
// Standard software : Timebase
// Program INT0 is called up cyclically in the parameterized time intervals.
// The following tasks are performed:
//   - Preparation and initiation of the transmit/broadcast frames
//   - Monitoring of the entire frame transmission time
//   - Monitoring of the acknowledgment delay
//   - Frame transition on an error
// -----

INT    0;                // *** INTERRUPT 0 ***

LD     SM0.0;            // RLO "1"
INCW   VW4062;           // Interrupt counter
LDW<= VW4062, VW34;     // Comparison of the transmission cycle: Acknowledgment delay <= transmission cycle
JMP    1;                // ---> Start monitoring routine
LD     SM0.0;            // RLO "1"
MOVW   1, VW4062;        // Set interrupt counter to initial value
LD     V4075.0;          // Transmission in progress
JMP    1;                // --> Start monitoring routine
O      M1.1;             // Enable broadcast frame
JMP    3;                // --> Broadcast processing
LDB<=  VB4061, 0;        // Number of slaves <= 0 or
ON     M1.0;             // No enable of cyclic transmission
JMP    2;                // --> Terminate INT 0

// =====
// === Preparation and initiation of transmit frame ===
LD     SM0.0;            // RLO "1"
MOVB   0, VB4075;        // Resel "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
S      V4075.0, 1;        // Set "Transmission in progress"
MOVD   0, AC1;           // Reset ACCU 1
MOVW   VW4068, AC1;      // Current node number
MUL    44, AC1;          // Calculate offset
+D     VD4034, AC1;      // Initial node address
MOVD   AC1, VD4054;      // Transmission initiation address for S7 system
MOVD   AC1, VD4046;      // Current transmit buffer address
MOVD   AC1, VD4050;      // Current receive buffer address
+D     21, VD4050;

// === BBC calculation ===
MOVD   0, AC2;           // Reset ACCU 2
MOVB   *VD4046, AC2;     // SLAE
-D     2, AC2;           // Length for BCC calculation
INCD   VD4046;           // Address on STX
MOVD   VD4046, AC1;      // Store pointer in AC1
MOVW   0, VW4058;        // Set loop counter to initial value
MOVD   0, AC3;           // Reset ACCU 3
MOVW   0, VW4070;        // Clear auxiliary word
LBL    5;                // >>> L A B E L 5 <<< Beginning of loop
MOVB   *AC1, AC3;        // ---
XORW   AC3, VW4070;      // ---
INCD   AC1;              // ---
INCW   VW4058;           // ---
LDW<=  VW4058, AC2;      // BCC calculation not yet complete
JMP    5;                // --> Next value
LD     SM0.0;            // RLO "1"
MOVB   VB4071, *AC1;     // Entry of BCC in transmit buffer

INCD   VD4046;           // Increment pointer to current transmit address
MOVB   *VD4046, VB4028;  // Entry of LAE for receive comparison
INCD   VD4046;           // Increment pointer to current transmit address
MOVB   *VD4046, VB4029;  // Entry of ADR for receive comparison
+D     38, VD4046;        // Set pointer to status byte
INCW   VW4068;           // Increment node
LDW>=  VW4068, VW4060;   // Compare highest node

```



## Program listing (cont.)

```

MOVW 0, VW4068;           // 1st node
LD    SM0.0;              // RLO "1"
MOVD  VD4046, AC1;        // Address of 1st status byte in accu 1
MOVB  16#01, *AC1;        // Entry of "Transmission in progress" in status byte
INCD  AC1;                // Pointer to 2nd status byte
MOVB  0, *AC1;            // Clear error byte
DTCH  +8;                 // Block receipt
ATCH  +2, 9;              // Enable INT 2 for transmit event
XMT   *VD4054, 0;         // Transmit
JMP   2;                  // --> Terminate INT 0

// =====
// === Preparation and initiation of broadcast frame ===
LBL   3;                  // >>> L A B E L 3 <<<
LD    SM0.0;              // RLO "1"
MOVB  0, VB4075;          // Reset "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
S     V4075.0, 1;         // Set "Transmission in progress"
S     V4075.2, 1;         // Set "Broadcast in progress"
MOVD  VD4042, AC1;        // Broadcast address
MOVD  AC1, VD4054;        // Transmission initiation address for S7 system
MOVD  AC1, VD4046;        // Current transmit buffer address

// === BCC calculation ===
MOVD  0, AC2;             // Reset ACCU 2
MOVB  ~VD4046, AC2;       // SLAE
-D    2, AC2;             // Length for BCC calculation
INCD  VD4046;             // Set pointer to STX
MOVD  VD4046, AC1;        // Store pointer in AC1
MOVW  0, VW4058;          // Set loop counter to initial value
MOVD  0, AC3;             // Reset ACCU 3
MOVW  0, VW4070;          // Clear auxiliary word
LBL   6;                  // >>> L A B E L 6 <<< Beginning of loop
MOVB  *AC1, AC3;          // ---
XORW  AC3, VW4070;        // ---
INCD  AC1;                // ---
INCW  VW4058;             // ---
LDW<= VW4058, AC2;        // BCC calculation not yet complete
JMP   6;                  // --> Next value
LD    SM0.0;              // RLO "1"
MOVB  VB4071, *AC1;       // Entry of BCC in transmit buffer

+D    20, VD4046;         // Set pointer to status byte
MOVD  VD4046, AC1;        // Address of 1st status byte in accu 1
MOVB  16#01, *AC1;        // Entry of "Transmission in progress" in status byte
INCD  AC1;                // Pointer to 2nd status byte
MOVB  0, *AC1;            // Clear error byte
DTCH  +8;                 // Block receipt
ATCH  +2, 9;              // Enable INT 2 for transmit event
XMT   *VD4054, 0;         // Transmit
JMP   2;                  // --> Terminate INT 0

// === Monitoring of the entire frame transmission time ===
LBL   1;                  // >>> L A B E L 1 <<<
LDN   V4075.0;            // Not "Transmission in progress"
MOVW  0, VW4072;          // Reset total monitoring time counter
JMP   2;                  // --> Terminate INT 0
LD    SM0.0;              // RLO "1"
INCW  VW4072;             // Increment total monitoring time counter
LDW<= VW4072, VW4066;     // Total monitoring time not yet elapsed
JMP   4;                  // --> Monitoring of the acknowledgment delay
LD    SM0.0;              // RLO "1"
MOVB  0, VB4075;          // Reset "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
MOVW  0, VW4064;          // Reset acknowledgment delay
MOVW  0, VW4072;          // Reset total monitoring time counter
MOVD  VD4046, AC1;        // Address of 1st status byte in accu 1
MOVB  16#02, *AC1;        // Entry of "Transmission error" in status byte
INCD  AC1;                // Pointer to 2nd status byte
MOVB  1, *AC1;            // Entry of error message "Frame timeout"
ATCH  7, 8;               // Receive event on INT 7 (retriggering)
JMP   2;                  // --> Terminate INT 0

```

## Program listing (cont.)

```
// === Monitoring of the acknowledgment delay ===
LBL      4;                // >>> LABEL 4 <<<
LDN      V4075.1;         // Transmit frame not yet transmitted completely
MOVW     0, VW4064;       // Reset acknowledgment delay
JMP      2;                // —> Terminate INT 0
LD       V4075.1;         // Transmit frame complete
INCW     VW4064;          // Start acknowledgment delay
LDW>=    VW4064, 4;       // Acknowledgment delay elapsed (acknowledgment delay = 4 * 5ms)
MOVB     0, VB4075;       // Reset "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
MOVW     0, VW4064;       // Reset acknowledgment delay
MOVW     0, VW4072;       // Reset total monitoring time counter
MOVD     VD4046, AC1;     // Address of 1st status byte in accu 1
MOVB     16#02, *AC1;     // Entry of "Transmission error" in status byte
INCD     AC1;             // Pointer to 2nd status byte
MOVB     2, *AC1;         // Entry of error message "Acknowledgment timeout"
ATCH     7, 8;            // Receive event on INT 7 (retriggering)
LBL      2;                // >>> LABEL 2 <<<
LD       SM0.0;           // RLO "1"
RETI;    // *** End of interrupt 0 ***
```

```
// -----
// ***** INTERRUPT 2 *****
// -----
//
// Standard software : Transmit frame complete
// Program INT 2 is called up when transmission has been completed.
// The following tasks are performed:
// For cyclic transmission:
//   - Activate INT 3 to receive the 1st character STX
//   - Start the acknowledgment delay
//   - Reset INT 2 / event transmission
// For broadcasting:
//   - Reset "Transmission in progress" for broadcast transmission and enable INT 7
//   - Reset INT 2 / event transmission
// -----
```

```
INT      2;                // *** INTERRUPT 2 ***

LD       V4075.2;         // Broadcast in progress
JMP      1;                // —> Broadcast processing
LD       SM0.0;           // RLO "1"
FILL     0, VW4076, 10;    // Clear base receive buffer
ATCH     3, 8;            // Activate receipt of 1st character STX (INT 3)
JMP      2;                // —> Terminate INT 2
LBL      1;                // >>> LABEL 1 <<<
MOVB     0, VB4075;       // Reset "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
ATCH     7, 8;            // Start receive buffer clearance
LBL      2;                // >>> LABEL 2 <<<
S        V4075.1, 1;      // Set "Transmit frame complete"
DTCH     9;                // Block INT 2
RETI;    // *** End of interrupt 2 ***
```

## Program listing (cont.)

```

// -----
// ***** INTERRUPT 3 *****
// -----
//
// Standard software : Receive 1st character STX
// Program INT 3 is called up when the 1st character STX is received.
// The following tasks are performed:
// - Reset the acknowledgment delay
// - Check for parity
// - Check for STX
// - Transfer to base receive buffer
// - Activate INT 4 for 2nd character
// - Error handling
//
// -----
INT     3;                // *** INTERRUPT 3 ***

LD      SM0.0;           // RLO "1"
DTCH   8;                // Block receipt
MOVW   0, VW4064;       // Reset acknowledgment delay counter
MOVW   0, VW4026;       // Set character counter to 0 for error handling in INT 6
LD      SM3.0;           // Parity error
O       SM4.0;           // Communication interrupt queue overflow
O       SM4.1;           // Input interrupt queue overflow
O       SM4.2;           // Timed interrupt queue overflow
JMP    1;                // --> Error handling
LDB=   16#2, SMB2;      // Not STX
NOT;
JMP    1;                // --> Error handling
LD      SM0.0;           // RLO "1"
MOVB   SMB2, VB4076;    // Transfer STX to base receive buffer
ATCH   4, 8;            // Activate receipt of 2nd character LAE (INT 4)
JMP    2;                // --> Terminate INT 3
LBL    1;                // >>> L A B E L 1 <<<< Error handling
MOVD   VD4046, AC1;     // Current status byte address to accu 1
MOVB   16#02, ^AC1;     // Entry of "Transmission error" in status byte
INCD   AC1;             // Pointer to 2nd status byte
MOVB   3, ^AC1;         // Entry of error message "Error on receiving STX"
S       V4075.3, 1;     // Set error code for INT 7
ATCH   7, 8;            // Activate receive buffer clearance for rejecting obsolete characters
LBL    2;                // >>> L A B E L 2 <<<<
RETI;                    // *** End of interrupt 3 ***

```

```

// -----
// ***** INTERRUPT 4 *****
// -----
//
// Standard software : Receive 2nd character LAE
// Program INT 4 is called up when the 2nd character LAE is received.
// The following tasks are performed:
// - Check for parity
// - Check for LAE
// - Reset character counter for net data
// - Transfer to base receive buffer
// - Activate INT 5 for 3rd character
// - Error handling
//
// -----
INT     4;                // *** INTERRUPT 4 ***

LD      SM0.0;           // RLO "1"
DTCH   8;                // Block receipt
MOVW   0, VW4064;       // Reset acknowledgment delay counter
MOVW   1, VW4026;       // Character counter for net data to initial value
LD      SM3.0;           // Parity error
O       SM4.0;           // Communication interrupt queue overflow
O       SM4.1;           // Input interrupt queue overflow

```

## Program listing (cont.)

```

O      SM4.2;           // Timed interrupt queue overflow
JMP    1;              // ---> Error handling
LDB=   VB4028, SMB2;   // LAE receipt != LAE transmit frame
NOT;
JMP    1;              // ---> Error handling
LD     SM0.0;         // RLO "1"
MOVB   SMB2, VB4077;  // Transfer LAE to base receive buffer
ATCH   5, 8;          // Activate receipt of 3rd character ADR (INT 5)
JMP    2;              // ---> Terminate INT 4
LBL    1;              // >>> L A B E L 1 <<< Error handling
MOVD   VD4046, AC1;   // Current status byte address to accu 1
MOVB   16#02, *AC1;   // Entry of "Transmission error" in status byte
INCD   AC1;           // Pointer to 2nd status byte
MOVB   4, *AC1;       // Entry of error message "Error on receiving LAE"
S      V4075.3, 1;    // Set error code for INT 7
ATCH   7, 8;          // Activate receive buffer clearance for rejecting obsolete characters
LBL    2;              // >>> L A B E L 2 <<<
RETI;                  // *** End of Interrupt 4 ***

```

```

// .....
// ..... INTERRUPT 5 .....
// .....
//
// Standard software : Receive 3rd character ADR
// Program INT 5 is called up when the 3rd character ADR is received.
// The following tasks are performed:
// - Check for parity
// - Check for ADR
// - Transfer to base receive buffer
// - Write pointer base receive buffer for transmission of net data to initial value
// - Activate INT 6 for 4th to nth character
// - Error handling
//
// .....

```

```

INT    5;              // *** INTERRUPT 5 ***

LD     SM0.0;         // RLO "1"
DTCH   8;             // Block receipt
MOVW   0, VW4064;     // Reset acknowledgment delay counter
LD     SM3.0;         // Parity error
O      SM4.0;         // Communication interrupt queue overflow
O      SM4.1;         // Input Interrupt queue overflow
O      SM4.2;         // Timed interrupt queue overflow
JMP    1;              // ---> Error handling
LDB=   VB4029, SMB2;  // ADR receipt != ADR transmit frame
NOT;
JMP    1;              // ---> Error handling
LD     SM0.0;         // RLO "1"
MOVB   SMB2, VB4078;  // Transfer ADR to base receive buffer
INCW   VW4026;        // Increment character counter
MOVD   &VB4079, VD4022; // Write pointer base receive buffer for transmission of net data to initial value
ATCH   6, 8;          // Activate receipt of 4th to nth character (INT 6)
JMP    2;              // ---> Terminate INT 5
LBL    1;              // >>> L A B E L 1 <<< Error handling
MOVD   VD4046, AC1;   // Current status byte address to accu 1
MOVB   16#02, *AC1;   // Entry of "Transmission error" in status byte
INCD   AC1;           // Pointer to 2nd status byte
MOVB   5, *AC1;       // Entry of error message "Error on receiving ADR"
S      V4075.3, 1;    // Set error code for INT 7
ATCH   7, 8;          // Activate buffer clearance for rejecting obsolete characters
LBL    2;              // >>> L A B E L 2 <<<
RETI;                  // *** End of interrupt 5 ***

```

**Program listing (cont.)**

```
ATCH 7, 8; // Activate buffer clearance for rejecting obsolete characters
LBL 7; // >>> L A B E L 7 <<<
RETI; // *** End of interrupt 6 ***

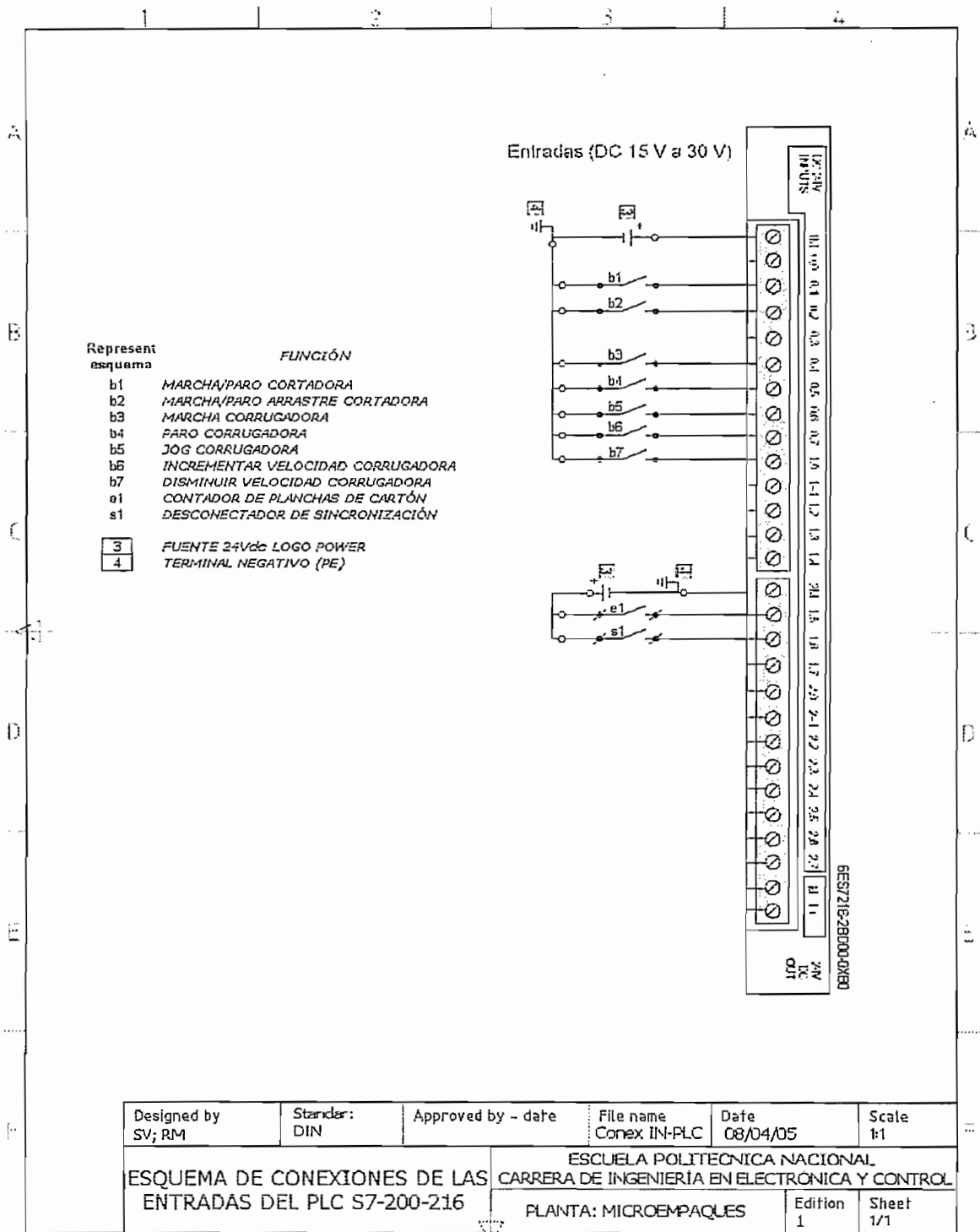
// -----
// ***** INTERRUPT 7 *****
// -----
//
// Standard software : Receive characters
// Program INT 7 is called up whenever a character is received
// outside the frame transmission time. Interrupt 6 is activated by a
// frame error or by the end of frame.
// The following tasks are performed:
// In all cases:
// - Retriggerring of the acknowledgment delay
// If an error occurred while receiving STX, LAE, ADR :
// - Receipt of all characters to be expected without any other activities
// -----

INT 7; // *** INTERRUPT 7 ***

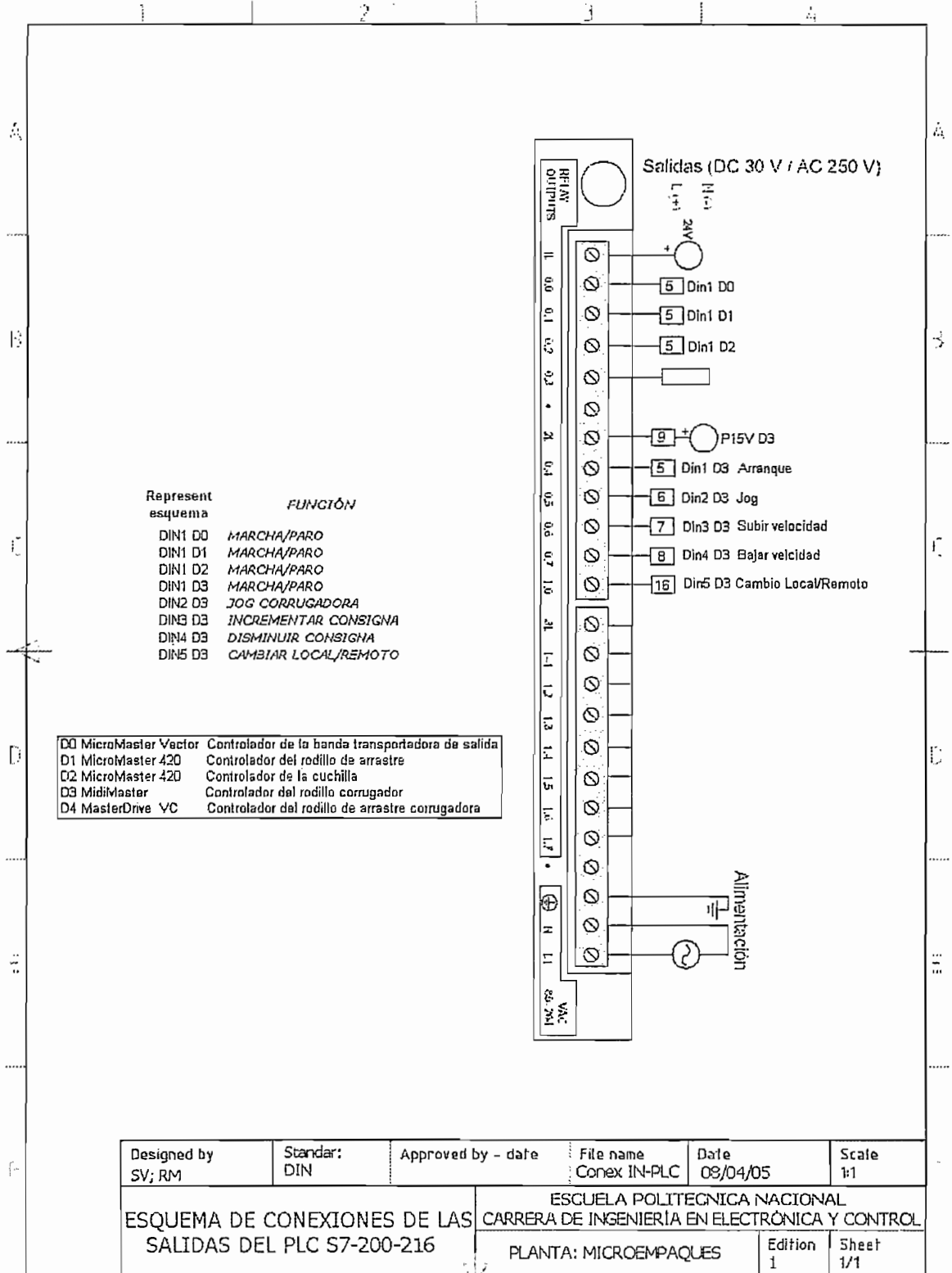
LD SM0.0; // RLO "1"
MOVW 0, VW4064; // Reset acknowledgment delay
LD V4075.3; // Error from INT 3 or INT 4 or INT 5
INCW VW4026; // Increment character counter
LDB>= VB4027, VB4028; // All expected characters received
MOVB 0, VB4075; // Reset "Transmission in progress", "Transmit frame completed", "Broadcast in progress", "Error"
LD SM0.0; // RLO "1"
RETI; // *** End of interrupt 7 ***
```

## A.4 ANEXO 4

### A.4.1 CONEXIONES DE LAS ENTRADAS DEL PLC

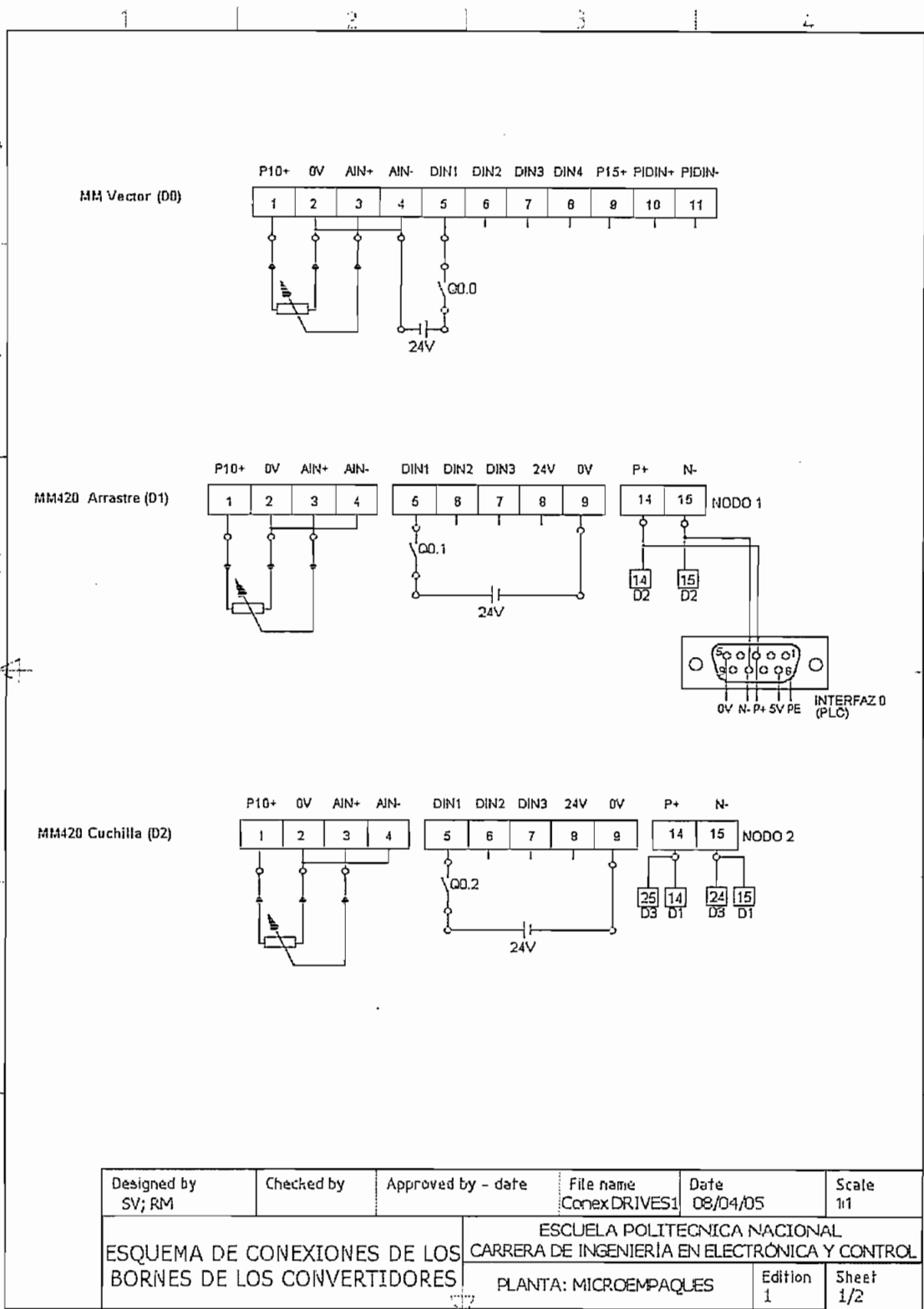


### A.4.2 CONEXIONES DE LAS SALIDAS DEL PLC



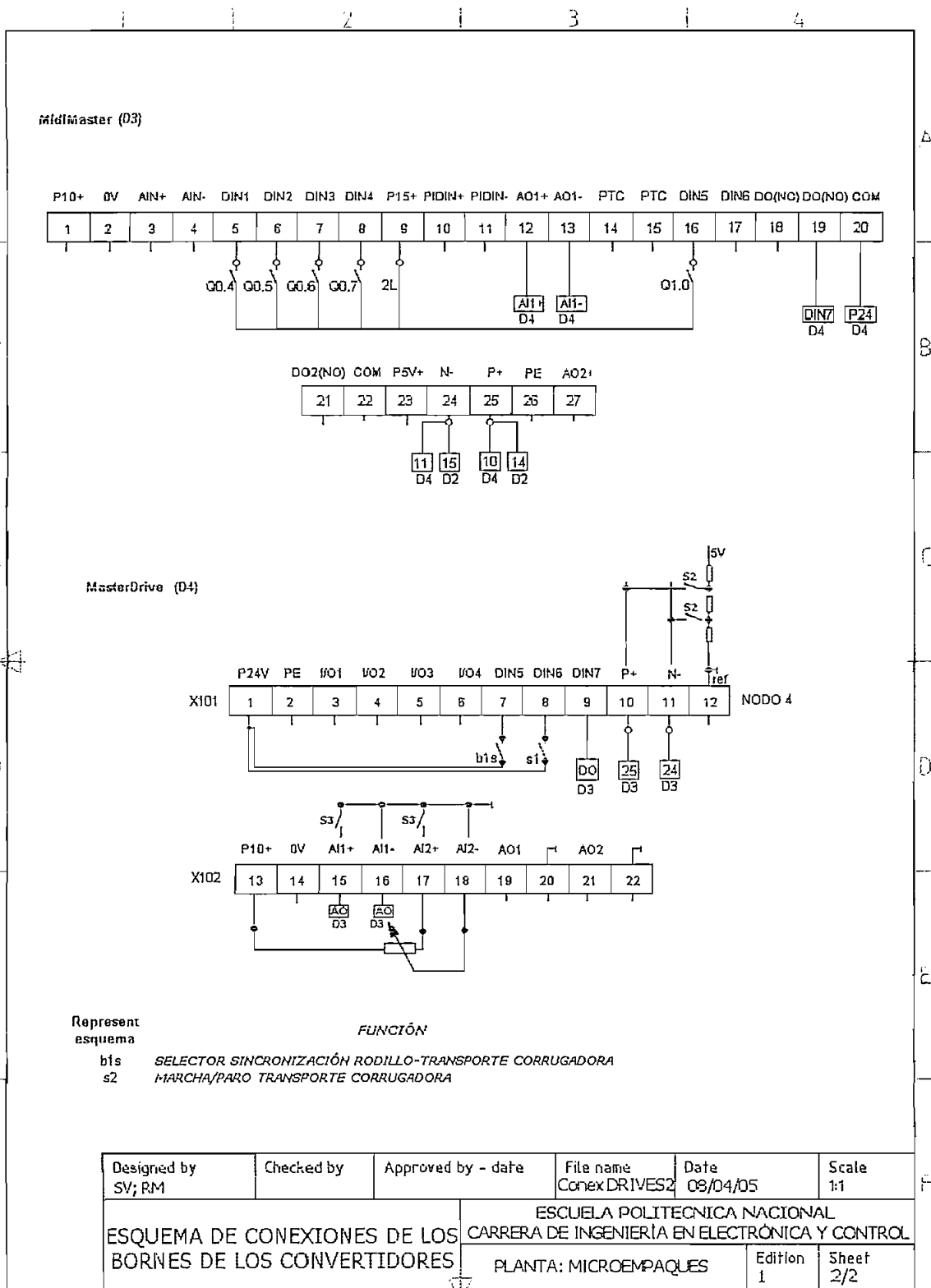
Designed by SV; RM	Standard: DIN	Approved by - date	File name Conex IN-PLC	Date 09/04/05	Scale 1:1
ESQUEMA DE CONEXIONES DE LAS SALIDAS DEL PLC S7-200-216			ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL		
			PLANTA: MICROEMPAQUES	Edition 1	Sheet 1/1

### A.4.3 CONEXIONES DE LOS BORNES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD 1





### A.4.4 CONEXIONES DE LOS BORNES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD 2



## A.4.5 \*\*\*\*\* PROGRAMA DE USUARIO \*\*\*\*\*

### A.4.5.1 PRINCIPAL OB1

```
// ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
//CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

//AUTOMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS CORRUGADORA Y CORTADORA DE CARTÓN
// UTILIZANDO UNA RED DE VARIADORES DE VELOCIDAD CONTROLADOS POR
// UN PLC SIEMENS VÍA PROTOCOLO USS

//TESISTAS: STALYN VEINTIMILLA
// ROLANDO MÁRMOL
//DIRECTOR: ING. GERMÁN CASTRO MACANCELA
//QUITO DM, ABRIL DEL 2005

LD SM0.7 //Modo RUN
A SM0.1 //1er ciclo del programa
CALL SBR_0:SBR0 //Llamar a inicialización/Configura un puerto libre
LD SM0.7 //Modo RUN
EU //Flanco positivo
CALL SBR_0:SBR0 //Llamar inicialización/Configura un puerto libre

//En modo TERM, Bloquear interrupciones/eventos de comunicación
LDN SM0.7 //En modo TERM
CALL SBR_1:SBR1 //Bloquear interrupciones/eventos de comunicación

//*** SECUENCIA EJECUTADA EN EL PRIMER CICLO DE PROGRAMA
LD SM0.7 //Modo RUN
A SM0.1 //1er ciclo del programa
S M0.1, 1
LD SM0.7 //Modo RUN
EU //Flanco positivo
S M0.1, 1
LD M0.1
CALL Inicial:SBR2

//Asignación del SWITCH a PULSADOR en la marca M3.7
LD M3.7
R M3.7, 1
LDI I0.1
EU
S M3.7, 1
LDI I0.1
ED
S M3.7, 1

//Cambio imagen: MODOS a INICIO
LD M2.4 //Activado el cambio de modo
MOVW 16#0000, VW42
S M2.5, 1
LD M2.5
TON T101, Ktetiempo:VW101
LD T101
MOVW 16#0101, VW42 //Pasa Imagen: INICIO
R M2.5, 1

//Detección del modo de funcionamiento de la maquinaria
```

```
LDW= 16#0102, VW40
AN M2.4 //Si esta cambiando el modo no puede cambiar nuevamente
CALL DetModo:SBR4
```

```
//*** SECUENCIA EJECUTADA EN CAMBIO DE MODO
LD M2.4
CALL CambMod:SBR3
```

```
//*** SECUENCIA EJECUTADA EN MANUAL
LDN V100.3
AN V100.2
AN M2.4
CALL Manual:SBR5
```

```
//*** SECUENCIA EJECUTADA EN AUTOMATICO INDEPENDIENTE
LDN V100.3
A V100.2
AN M2.4
CALL AutI:SBR6
```

```
//*** SECUENCIA EJECUTADA EN AUTOMATICO UNIFICADO
LD V100.3
AN V100.2
AN M2.4
CALL AutU:SBR7
```

```
//*** PROCESAMIENTO DE AVISOS IMPORTANTES
LD V49.0 //Arranque del OP3
MOVW 16#FFFF, VW42 //Aviso de reposo
R V49.0, 1
//Aviso de la posición del selector del PLC en el OP
LDN SM0.7 //Selector de PLC en modo TERM
S V81.0, 1 //Mostrar: Aviso # 1
LD SM0.7 //Selector del PLC en modo RUN
R V81.0, 1 //No mostrar: Aviso # 1
//Aviso Modo igual escogido
LD V81.1 //Aviso "Modo igual"
A V45.6 //Pulsa ENTER en el OP3
R V81.1, 1 //Reset el aviso
//*** SECUENCIA FINAL DEL PROGRAMA
```

```
LD SM0.0
= TransCiclic:M1.0
NOT
= TransBroadc:M1.1
```

### A.4.5.2 Subrutina 2. INICIAL

```

LD M0.1
R M0.1, 1
R M10.1, 1 //Transmisión en progreso
MOVB 0, MB10 //Marcas auxiliares para transmisión de parámetros
MOVB 4, VB0
MOVB 14, VB1
MOVB 14, VB2
MOVB 14, VB3
MOVB 14, VB4
MOVB 14, VB32
MOVW +20, VW34
MOVD +2000, VD36
MOVW 16#047E, VW2186 //PZD 1 "OFF" Para BroadCast
MOVW 16#0000, VW2188 //PZD 2 "Set Speed = 0" Para BroadCast
MOVB 17, MB2 //Reseteo banderas MAQUINARIA QUEDA EN MANUAL
MOVR 0.7172, VD210 //Pendiente para Curva Manual
MOVR 0.1808, VD214 //Constante para Curva Manual
MOVW +10, Ktetiempo:VW101 //Cte de tiempo Cambio de Imagenes
MOVB 0, IdenPar12:VB159 //Identificador de parámetros para D1 y D2
MOVB 0, IdenPar34:VB158 //Identificador de parámetros para D3 y D4
MOVR 3.0, VD118 //Fmin arrastre
MOVR 60.0, VD122 //Fmax arrastre
MOVW +500, SPMidiMin:VW236 //Frecuencia del midimimaster en el encendido 5hz

```

### A.4.5.3 Subrutina 3. CAMBMOD

```

//Revisión de estados de no cambio
LDB= VB100, 0
OB= VB100, 5
OB= VB100, 10
S V81.1, 1 //AVISO: MODO IGUAL AL ANTERIO, no cambio
R M2.4, 1 //No hace cambios y no vuelve a entrar ***Verificar al encender
JMP 1

```

```

//Cambio DRIVE 1 y DRIVE 2 a LOCAL

```

```

LDB= VB100, 1
OB= VB100, 2
NOT
JMP 2

```

```

LDW= 16#12BC, VW2024 //DRIVE 1 P003 Nivel de acceso
AW= 16#12BC, VW2068 //DRIVE 2 P003 Nivel de acceso
AB= 1, IdenPar12:VB159 //
A M10.1
R M10.1, 1

```

```

LDW= 16#13E8, VW2024
AW= 16#13E8, VW2068
AB= 2, IdenPar12:VB159
A M10.1
R M10.1, 1
MOVB 0, IdenPar12:VB159
MOVW +0, VW2004 //Borrado PWE MM420 D1
MOVW +0, VW2048 //Borrado PWE MM420 D2
S M10.3, 1 //Avisa que terminó
JMP 1

```

```
LD SM0.0
A V4075.0 // Transmisión en progreso
JMP 1 // Fin
```

```
LDB= 0, IdenPar12:VB159
AN M10.1
MOVB 1, IdenPar12:VB159
S M10.1, 1
MOVW 16#22BC, VW2004
MOVW 16#0000, VW2006
MOVW +2, VW2008
MOVW 16#22BC, VW2048
MOVW 16#0000, VW2050
MOVW +2, VW2052
```

```
LDB= 1, IdenPar12:VB159
AN M10.1
MOVB 2, IdenPar12:VB159
S M10.1, 1
MOVW 16#23E8, VW2004
MOVW 16#0000, VW2006
MOVW +2, VW2008
MOVW 16#23E8, VW2048
MOVW 16#0000, VW2050
MOVW +2, VW2052
LBL 2
```

```
//Cambio DRIVE 3 y DRIVE 4 a LOCAL
```

```
LDB= VB100, 6
OB= VB100, 2
NOT
JMP 3
```

```
LD SM0.0 //MidiMaster
SI Q1.0, 1 //DRIVE 3 MidiMaster No a la salida directamente
```

```
LDW= 16#1006, VW2112 //DRIVE 3 P006 Fuente de consigna de frec.
AW= 16#124E, VW2156 //DRIVE 4 P590 JdBICO
AB= 1, IdenPar34:VB158
A M10.0
R M10.0, 1
RI Q1.0, 1 //MidiMaster
MOVB 0, IdenPar34:VB158
MOVW +0, VW2092 //Borrado PWE MidiM D3
MOVW +0, VW2136 //Borrado PWE MasterD D4
S M10.2, 1 //Avisa que terminó
JMP 1
```

```
LD SM0.0
A V4075.0 // Transmisión en progreso
JMP 1 // Fin
```

```
LDB= 0, IdenPar34:VB158
AN M10.0
MOVB 1, IdenPar34:VB158
S M10.0, 1
MOVW 16#2006, VW2092 //P006 "Selección del tipo de consigna"
```

```

MOVW 16#0000, VW2094
MOVW +0, VW2096           //Consigna analógica
MOVW 16#224E, VW2136      //P590 "Fuente JDBico"
MOVW 16#0000, VW2138
MOVW +0, VW2140           //Cambia a JDBico 1 Local
LBL 3

//Cambio DRIVE 1 y DRIVE 2 a REMOTO
LDB= VB100, 4
OB= VB100, 8
NOT
JMP 4

LDW= 16#12BC, VW2024      //DRIVE 1 P003 Nivel de acceso
AW= 16#12BC, VW2068      //DRIVE 2 P003 Nivel de acceso
AB= 1, IdenPar12:VB159   //
A M10.1
R M10.1, 1

LDW= 16#13E8, VW2024
AW= 16#13E8, VW2068
AB= 2, IdenPar12:VB159
A M10.1
R M10.1, 1
MOVB 0, IdenPar12:VB159
MOVW +0, VW2004           //Borrado PWE MM420 D1
MOVW +0, VW2048           //Borrado PWE MM420 D2
S M10.3, 1               //Avisa que terminó
JMP 1

LD SM0.0
A V4075.0                 // Transmisión en progreso
JMP 1                     // Fin

LDB= 0, IdenPar12:VB159
AN M10.1
MOVB 1, IdenPar12:VB159
S M10.1, 1
MOVW 16#22BC, VW2004
MOVW 16#0000, VW2006
MOVW +5, VW2008
MOVW 16#22BC, VW2048
MOVW 16#0000, VW2050
MOVW +5, VW2052

LDB= 1, IdenPar12:VB159
AN M10.1
MOVB 2, IdenPar12:VB159
S M10.1, 1
MOVW 16#23E8, VW2004
MOVW 16#0000, VW2006
MOVW +5, VW2008
MOVW 16#23E8, VW2048
MOVW 16#0000, VW2050
MOVW +5, VW2052
LBL 4

```

//Cambio DRIVE 3 y DRIVE 4 a REMOTO

LDB= VB100, 9

OB= VB100, 8

NOT

JMP 1

LD SM0.0 //MidiMaster

SI Q1.0, 1 //DRIVE 3 MidiMaster

LDW= 16#1006, VW2112 //DRIVE 3 P006 Fuente de consigna de frec.

AW= 16#124E, VW2156 //DRIVE 4 P590 JdBICO

AB= 1, IdenPar34:VB158

A M10.0

R M10.0, 1

MOVB 0, IdenPar34:VB158

MOVW +0, VW2092 //Borrado PWE MidiM D3

MOVW +0, VW2136 //Borrado PWE MasterD D4

//S M5.1, 1 //Terminar programación de MasterDrive

S M10.2, 1 //Avisa que terminó

JMP 1

LD SM0.0

A V4075.0 // Transmisión en progreso

JMP 1 // Fin

LDB= 0, IdenPar34:VB158

AN M10.0

MOVB 1, IdenPar34:VB158

S M10.0, 1

MOVW 16#2006, VW2092 //P006 "Selección del tipo de consigna"

MOVW 16#0000, VW2094

MOVW +1, VW2096 //Consigna USS

MOVW 16#224E, VW2136 //P590 "Fuente JdBico"

MOVW 16#0000, VW2138

MOVW +1, VW2140 //Cambia a JdBico 2 Remoto

LBL 1 //Salir

//Condiciones de salida de CAMBIO DE MODO

LDB= VB100, 2

OB= VB100, 8

A M10.2

A M10.3

R M2.4, 1

R M10.2, 2

LDB= VB100, 1

OB= VB100, 4

A M10.3

R M2.4, 1

R M10.3, 1

LDB= VB100, 6

OB= VB100, 9

A M10.2

R M2.4, 1

R M10.2, 1

```
LD SM0.0
R M2.0, 3 //Por si pulso nuevamente durante el cambio de modo
```

#### A.4.5.4 Subrutina 4. DETMODO

```
LD M2.0
O M2.1
O M2.2
EU
S M2.4, 1
R V100.4, 4 //Por si acaso en algun lado cambiaron de estado
```

```
LD V100.2
= V100.0
LD V100.3
= V100.1
```

```
LD M2.0
R V100.2, 1
R V100.3, 1
R M2.0, 1
```

```
LD M2.1
S V100.2, 1
R V100.3, 1
R M2.1, 1
```

```
LD M2.2
R V100.2, 1
S V100.3, 1
R M2.2, 1
```

#### A.4.5.5 Subrutina 5. MANUAL

//Funcionamiento de la corrugadora

```
LD Q0.4 //Si esta encendida la corrugadora (salida Q0.4 on)
AN I0.5 //Niega entrada (paro corrugadora)
O M5.0 //Memorización
AN T37 //El timer 37 también puede apagar
= M5.0 //Indica el estado del rodillo corrugador
```

```
LD I0.4 //Pulsador encendido corrugadora
S Q0.4, 1 //Prende salida al variador
LDN I0.5 //Apagado corrugadora (pulsador normalmente cerrado)
R Q0.4, 1 //Apagado corrugadora
```

```
LD M5.0 //Si llega la señal de pagado se enciende la marca
TON T37, +50 //Temporizador cuenta 5 segundos
```

```
LD I0.6 //Entrada de jog para el variador Midimaster
AN Q0.4 //Verifica el estado del variador encendido o apagado
= Q0.5 //Prende salida Q0.5 (Entrada al jog variador)
```

```
LD I0.7 //Entrada para subir la frecuencia variador Midimaster
AN I1.0 //Verifica que no pulsen a la vez bajar velocidad
= Q0.6 //Activa la salida para subir la velocidad del variador
```

```
LD I1.0 //Entrada para bajar la frecuencia variador Midimaster
```



```

O    M5.0                //Verifica si la marca esta encendida o apagada (termino contar
temporizador)
AN   I0.7                //verifica que no esten subiendo la frecuencia
=    Q0.7                //Enciende la salida para bajar la velocidad

```

```
//Funcionamiento de la cortadora
```

```

LD   M3.7
LD   C1
CTU  C1, +2

```

```

LDW= +1, C1
=    M4.1
=    Q0.2                //Q0.2 arranca el Drive CUCHILLA
LD   M4.1                //Cargar el estado de arranque
S    Q0.0, 1            //Q0.0 prender la transportadora
LDN  M4.1                //Arranque detenido
A    Q0.0                //Transportadora encendida
TON  T38, +50           //Contar 5 segundos
LD   T38                //T38 despues de apagar
R    Q0.0, 1            //Apagar la transportadora
LD   I0.2                //En I0.2 está el Switch que arranca el ARRASTRE
=    M4.2
LD   M4.1
O    M4.2
=    Q0.1                // Q0.1 arranca Drive ARRASTRE

```

```

LD   Func01:M2.3        //Marca util para empezar la operación de la maquinaria
MOVW 16#0000, VW42      //
S    M2.6, 1            //
R    Func01:M2.3, 1    //
LD   M2.6                //
TON  T102, Ktetiempo:VW101
LD   T102
MOVW 16#0301, VW42
R    M2.6, 1            //

```

#### A.4.5.6 Subrutina 6. AUTI

```
//Procesamiento de imágenes
```

```

LD   Func01:M2.3        //Marca util para empezar la operación de la maquinaria
MOVW 16#0000, VW42
S    M2.6, 1            //M2.6 Auxiliar para pasar a la Screen ParamAutI
R    Func01:M2.3, 1
LD   M2.6
TON  T102, Ktetiempo:VW101
LD   T102
MOVW 16#0401, VW42
R    M2.6, 1

```

```

LDW= 16#0405, VW40      //Imagen OP: ParamAutI
A    V45.6              //Pulsa Enter
MOVW +0, VW42
S    M2.7, 1
LD   M2.7
TON  T103, Ktetiempo:VW101
LD   T103
MOVW 16#0501, VW42      //Pasa Imagen OP: NroCortes
R    M2.7, 1

```

```

LDW= 16#0501, VW40      //Imagen OP: NroCortes
LD  V47.3                //Pulsa número 3
O   C0                   //O acaba el contador
LD  V2055.0
A   M3.7
OLD
ALD
MOVW +0, VW42
S   M3.4, 1
LD  M3.4
TON  T104, Ktetiempo:VW101
LD  T104
MOVW 16#0601, VW42      //Pasa Imagen OP: Retorno
R   M3.4, 1

LDW= 16#0601, VW40      //Imagen OP: Retorno
A   V47.5                //Pulsa número 5
MOVW +0, VW42
S   M3.5, 1
R   Arranque:M3.1, 1    //Tambien apaga al salir
LD  M3.5
TON  T105, Ktetiempo:VW101
LD  T105
MOVW 16#FFFF, VW42     //Pasa Imagen OP: Aviso de reposo
R   M3.5, 1

LDW= 16#0601, VW40      //Imagen OP: Retorno
A   V47.1                //Pulsa número 1
MOVW +0, VW42
S   M3.6, 1
LD  M3.6
TON  T106, Ktetiempo:VW101
LD  T106
MOVW 16#0401, VW42     //Pasa Imagen OP: ParamAutl
R   M3.6, 1

LDW= 16#0601, VW40      //Imagen OP: Retorno
AN  V2055.0             //Bit de ON/OFF de la cuchilla estuvo PRENDIDO
A   M3.7
MOVW +0, VW42
S   M4.3, 1
LD  M4.3
TON  T107, Ktetiempo:VW101
LD  T107
MOVW 16#0501, VW42     //Pasa Imagen OP: ParamAutl
R   M4.3, 1

//Funcionamiento de la corrugadora igual que en manual
LD  Q0.4                //Si esta encendida la corrudarora (salida Q0.4 on)
AN  I0.5                //Niega entrada (paro corrugadora)
O   M5.0                //Memorización
AN  T37                 //El timer 37 también puede apagar
=   M5.0                //Indica el estado del rodillo corrugador

LD  I0.4                //Pulsador ecendido corrugadora
S   Q0.4, 1             //Prende salida al variador
LDN I0.5                //Apagado corrugadora (pulsador normalmente cerrado)
R   Q0.4, 1             //Apagado corrugadora

```

```

LD M5.0 //Si llega la señal de pagado se enciende la marca
TON T37, +50 //Temporizador cuenta 5 segundos

LD I0.6 //Entrada de jog para el varidor Midimaster
AN Q0.4 //Verifica el estado del varidor encendido o apagado
= Q0.5 //Prende salida Q0.5 (Entrada al jog variador)

LD I0.7 //Entrada para subir la frecuencia variador Midimaster
AN I1.0 //Verifica que no pulsen a la vez bajar velocidad
= Q0.6 //Activa la salida para subir la velocidad del variador

LD I1.0 //Entrada para bajar la frecuencia variador Midimaster
O M5.0 //Verifica si la marca esta encendida o apagada (termino contar
temporizador)
AN I0.7 //verifica que no esten subiendo la frecuencia
= Q0.7 //Enciende la salida para bajar la velocidad

//Guiado a la CORTADORA *****

LDB= 16#04, VB40 //Imagen OP3: 04XXH= ParamAutl "Parametrizac y calculos"
NOT
JMP 1

LDB= 0, VB105
MOVR 0.7172, VD210
MOVR 0.1808, VD214
MOVD +24, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 10.08Hz "Papel"
LDB= 1, VB105
MOVR 0.7207, VD210
MOVR 0.288, VD214
MOVD +33, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 13.86Hz "Cartón café"
LDB= 2, VB105
MOVR 0.7217, VD210 //Datos Exel Cuchilla05
MOVR 0.2836, VD214
MOVD +38, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 15.96Hz "Cartón virgen"

LDD= PorcecuchilG:VD178, VD194 //Detectar si cambio VB105 = Porcentaje Velocidad Cuchilla
NOT
= M3.2
LD SM0.0
MOVD Porcencuchil:VD166, VD194
LD M3.2
DTR VD194, PorcecuchilG:VD178
MOVD PorcecuchilG:VD178, VD194
MOVD VD194, Fdcuchil:VD106
*R 0.42, Fdcuchil:VD106 //Si cambio se guarda en el LSB de VD106
MOVD Fdcuchil:VD106, FrCuchil:VD110
*R 100.0, Fdcuchil:VD106 //Por 0.3 y por 100 con el P2009 en 1 Normalización USS
TRUNC Fdcuchil:VD106, FdcuchilTrunc:VD170 //***** POSIBLE ERROR EN TRUNCAR
*****

MOVW VW172, VW2056 //Ingresa SetPoint al drive de Cuchilla

MOVD FrCuchil:VD110, Wcuchil:VD114 //Velocidad Ang cuchilla = 1.5464*Fcuchilla-0.2066
*R VD210, Wcuchil:VD114
-R VD214, Wcuchil:VD114
MOVD VD118, VD126 //Calculo de la velocidad min arrastre
*R 1.8961, VD126
-R 0.1744, VD126
MOVD VD122, VD130 //Calculo de la velocidad max arrastre

```

```

*R 1.8961, VD130
-R 0.1744, VD130
MOVD VD126, LongMin:VD134
*R 56.0, LongMin:VD134 //2*pi*Rarrastre*Wminarrastre
/R Wcuchil:VD114, LongMin:VD134
*R 100.0, LongMin:VD134
TRUNC LongMin:VD134, LongMinTrunc:VD182
MOVD VD130, LongMax:VD138
*R 56.0, LongMax:VD138 //2*pi*Rarrastre*Wminarrastre
/R Wcuchil:VD114, LongMax:VD138
*R 100.0, LongMax:VD138
TRUNC LongMax:VD138, LongMaxTrunc:VD186
R M3.2, 1

```

```

LDD= VD198, LongitudG:VD146 //Detectar si cambio Vd142 = Longitud ingresada deseada
NOT
= M3.3
LD SM0.0
MOVD Longitud:VD142, VD198
LD M3.3
DTR VD198, LongitudG:VD146
/R 100.0, LongitudG:VD146
MOVD LongitudG:VD146, VD198
MOVD LongitudG:VD146, Warrast:VD150
*R Wcuchil:VD114, Warrast:VD150
/R 56.0, Warrast:VD150
MOVD Warrast:VD150, FrArrastre:VD154
+R 0.1744, FrArrastre:VD154
/R 1.8961, FrArrastre:VD154
MOVD FrArrastre:VD154, Fdarrastre:VD160
*R 100.0, Fdarrastre:VD160
TRUNC Fdarrastre:VD160, FdarrasTrunc:VD174
MOVW VW176, VW2012
R M3.3, 1

```

```
LBL 1
```

```
//Rutinas y condiciones de Arranque
```

```

LD Arranque:M3.1
//AN I0.0
MOVW VW176, VW2012
MOVW 16#947F, VW2010
MOVW 16#947F, VW2054
S M4.0, 1 //Muestra OP3 "Detener pulse 3"
NOT
MOVW 16#947E, VW2010
MOVW 16#947E, VW2054
R M4.0, 1 //Muestra OP3 "Arranque manualmente"

```

```

LDW= 16#0601, VW40
OW= 16#0501, VW40
AN Arranque:M3.1
A I0.2
MOVW +300, VW2012
MOVW 16#947F, VW2010
LDW= 16#0601, VW40

```

```

OW= 16#0501, VW40
AN Arranque:M3.1
AN I0.2
MOVW VW176, VW2012
MOVW 16#947E, VW2010

```

```

LDW= 16#0501, VW40
OW= 16#0601, VW40
AN V2055.0 //Bit de ON/OFF de la cuchilla estuvo PRENDIDO
A M3.7
S Arranque:M3.1, 1

```

```

LDW= 16#0501, VW40
OW= 16#0601, VW40
LD V2055.0 //Bit de ON/OFF de la cuchilla Estuvo APAGADO
A M3.7
O V45.3
ALD
LD V47.3 //Pulso 3
O C0
OLD
R Arranque:M3.1, 1

```

```

LD Arranque:M3.1 //Cargar el estado de arranque
S Q0.0, 1 //Prender la transportadora
LDN Arranque:M3.1 //Arranque detenido
A Q0.0 //Transportadora encendida
TON T38, +50 //Contar 5 segundos
LD T38 //T38 despues de apagar
R Q0.0, 1 //Apagar la transportadora

```

//Contador

```

LD SM0.0
MOVW NroCortes:VW164, VW103

```

```

//LD V2055.0 //Orden de arranque
LD I1.5
LD V47.1
O V47.5
AW= 16#0601, VW40
LDW= NroCortes:VW164, VW103
NOT
OLD
CTU C0, NroCortes:VW164

```

#### A.4.5.7 Subrutina 7. AUTU

```

//Estado M2.3. Cambio imagen del OP3 a 04
LD Func01:M2.3 //Marca util para empezar la operación de la maquinaria
MOVW 16#0000, VW42 //
S M2.6, 1 //
R Func01:M2.3, 1 //
LD M2.6 //
TON T102, Ktiempo:VW101
LD T102
MOVW 16#0401, VW42
R M2.6, 1 //

```

//Cálculos y determinación de consignas

LDB= 16#04, VB40 //Imagen OP3: 04XXH= ParamAutl "Parametrizac y calculos"

NOT

JMP 1

LDB= 0, VB105

MOVR 0.7172, VD210

MOVR 0.1808, VD214

MOVD +24, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 10.08Hz "Papel"

LDB= 1, VB105

MOVR 0.7207, VD210

MOVR 0.288, VD214

MOVD +33, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 13.86Hz "Cartón café"

LDB= 2, VB105

MOVR 0.7217, VD210 //Datos Exel Cuchilla05

MOVR 0.2836, VD214

MOVD +38, FrecMincuchil:VD190 //Frecuencia mínima cortadora 15.96Hz "Cartón virgen"

LDD= PorcecuchilG:VD178, VD194 //Detectar si cambio VB105 = Porcentaje Velocidad Cuchilla

NOT

= M3.2

LD SM0.0

MOVD Porcencuchil:VD166, VD194

LD M3.2

DTR VD194, PorcecuchilG:VD178

MOVD PorcecuchilG:VD178, VD194

MOVD VD194, Fdcuchil:VD106

\*R 0.42, Fdcuchil:VD106 //Si cambio se guarda en el LSB de VD104

MOVD Fdcuchil:VD106, FrCuchil:VD110

\*R 100.0, Fdcuchil:VD106 //Por 0.3 y por 100 con el P2009 en 1 Normalización USS

TRUNC Fdcuchil:VD106, FdcuchilTrunc:VD170 //Truncado

MOVW VW172, VW2056 //Ingresa SetPoint al drive de Cuchilla

MOVD FrCuchil:VD110, Wcuchil:VD114 //Velocidad Ang cuchilla = 1.5464\*Fcuchilla-0.2066

\*R VD210, Wcuchil:VD114

-R VD214, Wcuchil:VD114

MOVD VD118, VD126 //Calculo de la velocidad min arrastre

\*R 1.8961, VD126

-R 0.1744, VD126

MOVD VD122, VD130 //Calculo de la velocidad max arrastre

\*R 1.8961, VD130

-R 0.1744, VD130

MOVD VD126, LongMin:VD134

\*R 56.0, LongMin:VD134 //2\*pi\*Rarrastre\*Wminarrastre

/R Wcuchil:VD114, LongMin:VD134

\*R 100.0, LongMin:VD134

TRUNC LongMin:VD134, LongMinTrunc:VD182

MOVD VD130, LongMax:VD138

\*R 56.0, LongMax:VD138 //2\*pi\*Rarrastre\*Wminarrastre

/R Wcuchil:VD114, LongMax:VD138

\*R 100.0, LongMax:VD138

TRUNC LongMax:VD138, LongMaxTrunc:VD186

R M3.2, 1

LDD= VD198, LongitudG:VD146 //Detectar si cambio Vd142 = Longitud ingresada deseada

NOT

= M3.3

```

LD SM0.0
MOVD Longitud:VD142, VD198
LD M3.3
DTR VD198, LongitudG:VD146
/R 100.0, LongitudG:VD146
MOVD LongitudG:VD146, VD198
MOVD LongitudG:VD146, Warrast:VD150
*R Wcuchil:VD114, Warrast:VD150
/R 56.0, Warrast:VD150
MOVD Warrast:VD150, FrArrastre:VD154
+R 0.1744, FrArrastre:VD154
/R 1.8961, FrArrastre:VD154
MOVD FrArrastre:VD154, Fdarrastre:VD160
*R 100.0, Fdarrastre:VD160
TRUNC Fdarrastre:VD160, FdarrasTrunc:VD174
MOVW VW176, VW2012
R M3.3, 1
// Cálculo consigan D3 y D4
LD SM0.0
MOVD Fdarrastre:VD160, VD218
*R 1.99, VD218 //Constante entre Frec arrastre cort. y Frec rod. corrug.
TRUNC VD218, VD222
MOVW VW224, VW2100
MOVD VD218, VD226
*R 4.0959, VD226 //Constante(1.5*2.73066667) entre Frec rod corrug y Banda transp
corrug
TRUNC VD226, VD230
MOVW VW232, VW2144

LBL 1

LDW= 16#0501, VW40
OW= 16#0601, VW40
AN V2055.0 //Bit de ON/OFF de la cuchilla estuvo PRENDIDO
A M3.7
S Arranque:M3.1, 1

LDW= 16#0501, VW40
OW= 16#0601, VW40
LD V2055.0 //Bit de ON/OFF de la cuchilla Estuvo APAGADO
A M3.7
O V45.3
ALD
LD V47.3 //Pulso 3
O C0
OLD
R Arranque:M3.1, 1

LD Arranque:M3.1
A M5.0
MOVW VW176, VW2012
MOVW 16#947F, VW2010
MOVW 16#947F, VW2054
S M4.0, 1 //Muestra OP3 "Detener pulse 3"
NOT
MOVW 16#947E, VW2010

```

```

MOVW 16#947E, VW2054
R M4.0, 1 //Muestra OP3 "Arranque manualmente"

LD Arranque:M3.1 //Cargar el estado de arranque
S Q0.0, 1 //Prender la transportadora
LDN Arranque:M3.1 //Arranque detenido
A Q0.0 //Transportadora encendida
TON T38, +50 //Contar 5 segundos
LD T38 //T38 despues de apagar
R Q0.0, 1 //Apagar la transportadora

LDI I0.4
AN Arranque:M3.1
S M5.0, 1
LDNI I0.5
R M5.0, 1
MOVW +500, VW2100

LD Arranque:M3.1
A M5.0
AI I1.6
MOVW VW224, VW2100
MOVW VW232, VW2144
MOVW 16#247F, VW2098
MOVW 16#8F7F, VW2142 //Encender el MasterDrive

LD Arranque:M3.1
A M5.0
ANI I1.6
MOVW +500, VW2100 //Cargar 5Hz al D3
MOVW +2048, VW2144 //Cargar 1.5*2.7306667*5Hz al D4

LD M5.0
MOVW SPMidiMin:VW236, SPMidiMin:VW236
MOVW SPMidiMin:VW236, VW2100
MOVW 16#247F, VW2098
MOVW SPMidiMin:VW236, VW232 //SPMidi trasladar a LSW del SPMasterD
DTR SPMasterDMin:VD232, SPMasterDMin:VD232 //SPMasterD convertir en real
*R 8.192, SPMasterDMin:VD232 //3*2.73066667*SPMidi(real)
TRUNC SPMasterDMin:VD232, SPMasterDMin:VD232 //Truncar el resultado del producto
MOVW VW234, VW2144 //Transferir el LSW del SPMasterD
MOVW 16#8F7F, VW2142 //Encender el MasterDrive

LDN M5.0
MOVW 16#247E, VW2098
MOVW +500, SPMidiMin:VW236
TON T39, +1500 //Contar 15 segundos
LD T39 //T39 despues de apagar
MOVW 16#8F7E, VW2142 //Apagar el MasterDrive

LD I0.7
AN I1.0
A M5.0
AN Arranque:M3.1
AW<= SPMidiMin:VW236, +2000
INCW SPMidiMin:VW236

LD I1.0
AN I0.7

```



```
A M5.0
AN Arranque:M3.1
AW>= SPMidiMin:VW236, +500
DECW SPMidiMin:VW236
```

```
LDW= 16#0601, VW40
OW= 16#0501, VW40
AN Arranque:M3.1
A IO.2
MOVW +300, VW2012
MOVW 16#947F, VW2010
```

```
LDW= 16#0601, VW40
OW= 16#0501, VW40
AN Arranque:M3.1
AN IO.2
MOVW VW176, VW2012
MOVW 16#947E, VW2010
```

```
//Manejo de imagenes
LDW= 16#0405, VW40 //Imagen OP: ParamAutl
A V45.6 //Pulsa Enter
MOVW +0, VW42
S M2.7, 1
LD M2.7
TON T103, Ktetiempo:VW101
LD T103
MOVW 16#0501, VW42 //Pasa Imagen OP: NroCortes
R M2.7, 1
```

```
LDW= 16#0501, VW40 //Imagen OP: NroCortes
LD V47.3 //Pulsa número 3
O C0 //O acaba el contador
LD V2055.0
A M3.7
OLD
ALD
MOVW +0, VW42
S M3.4, 1
LD M3.4
TON T104, Ktetiempo:VW101
LD T104
MOVW 16#0601, VW42 //Pasa Imagen OP: Retorno
R M3.4, 1
```

```
LDW= 16#0601, VW40 //Imagen OP: Retorno
A V47.5 //Pulsa número 5
MOVW +0, VW42
S M3.5, 1
R Arranque:M3.1, 1 //Tambien apaga al salir
LD M3.5
TON T105, Ktetiempo:VW101
LD T105
MOVW 16#FFFF, VW42 //Pasa Imagen OP: Aviso de reposo
R M3.5, 1
```

```
LDW= 16#0601, VW40 //Imagen OP: Retorno
A V47.1 //Pulsa número 1
MOVW +0, VW42
```

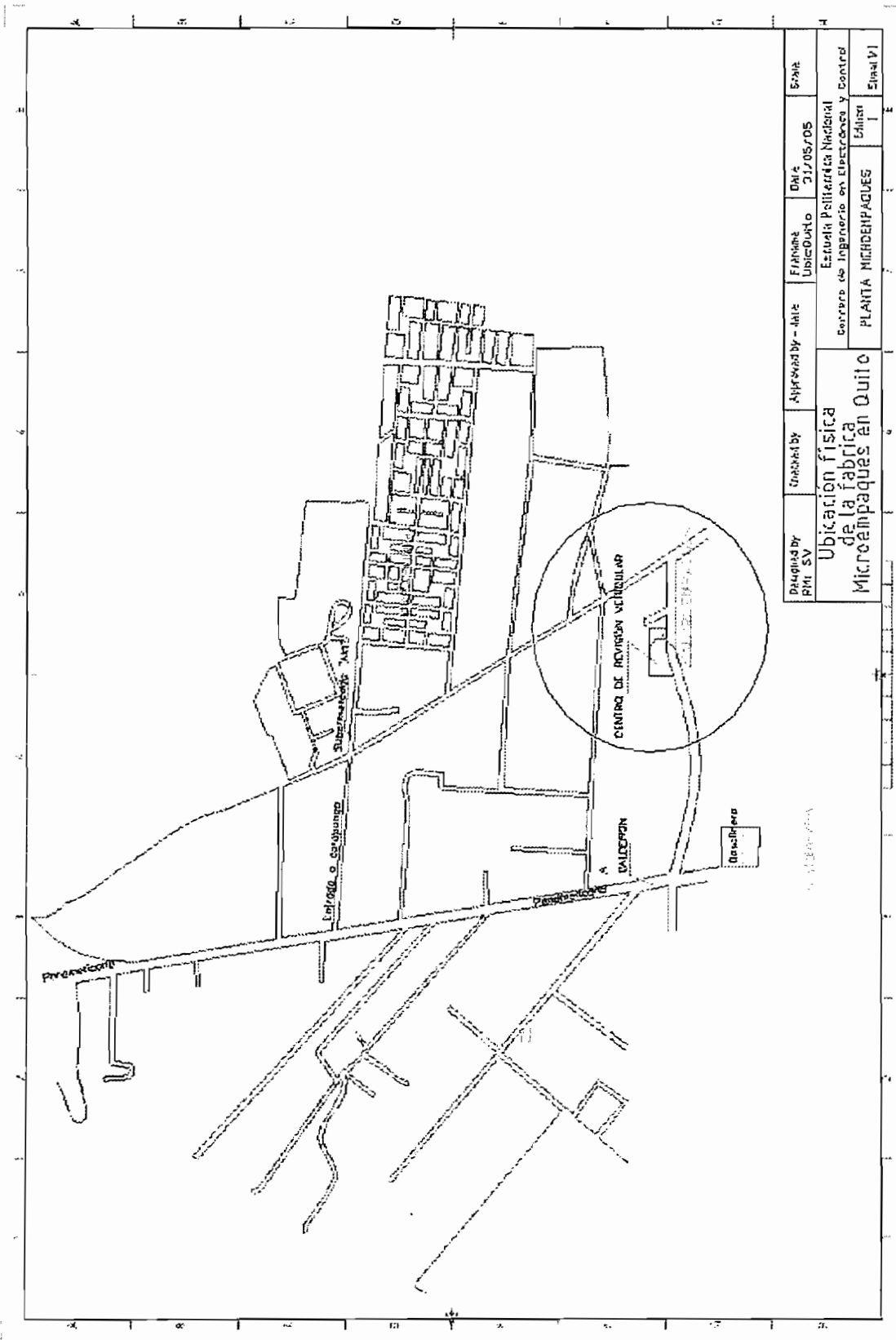
```
S M3.6, 1
LD M3.6
TON T106, Ktetiempo:VW101
LD T106
MOVW 16#0401, VW42 //Pasa Imagen OP: ParamAutl
R M3.6, 1

LDW= 16#0601, VW40 //Imagen OP: Retorno
AN V2055.0 //Bit de ON/OFF de la cuchilla estuvo PRENDIDO
A M3.7
MOVW +0, VW42
S M4.3, 1
LD M4.3
TON T107, Ktetiempo:VW101
LD T107
MOVW 16#0501, VW42 //Pasa Imagen OP: ParamAutl
R M4.3, 1

//Contador

LD SM0.0
MOVW NroCortes:VW164, VW103
LD I1.5
LD V47.1
O V47.5
AW= 16#0601, VW40
LDW= NroCortes:VW164, VW103
NOT
OLD
CTU C0, NroCortes:VW164
```

# A.5 ANEXO 5



Designed by RMI SV	Drawn by	Approved by - Date	Finalized Ubicación QUITO	Scale 1:500
Ubicación física de la fábrica Micrompaques en Quito		Estadía Petrolera Nacional Carrera de Ingeniería en Electrónica y Control PLANTA MICROMPAQUES Ejército Ejército		



