

## Índice de tablas.

Tabla 3.1 Características de trabajo de la CPU 317-2 PN/DP. S7-300 CPU 31xC y CPU 31x. Datos técnicos.....	19
Tabla 3.2 Número de temporizadores, contadores y bloques para almacenar información. S7-300 CPU 31xC y CPU 31x. Datos técnicos .....	22
Tabla 3.3 Cantidad de señales que se pueden utilizar. S7-300 CPU 31xC y CPU 31x. Datos técnicos .....	22
Tabla 3.4 Interfaces de comunicación con otros dispositivos. S7-300 CPU 31xC y CPU 31x, Datos técnicos.....	23
Tabla 4.1 Condiciones para acceder a cada combinación de la mesa principal.....	40
Tabla 4.2 Condiciones para acceder a cada combinación de la mesa Quench. ....	51
Tabla 6.1 Representación de los bytes del tipo de datos Date and time. ....	90
Tabla 7.1 Tarifas regionales por consumo de energía eléctrica Enero 2008. ....	92
Tabla 7.2 Valores a sumar de acuerdo a cargas y botón de paro de emergencia.....	97
Table 7.3 Ejecución de la función smart después de 10 ciclos con 3 cargas.....	98

## Índice de figuras.

Figura 2.1 Vidrio templado de tipo arquitectónico .....	7
Figura 2.2 Vidrio de seguridad para autobuses, la empresa produce medallones para Volvo.....	9
Figura 2.3 Horno de templado horizontal.....	10
Figura 2.4 Quench. Sistema de enfriado a presión.....	11
Figura 2.5 Etapas del proceso de templado. ....	14
Figura 3.1 Arquitectura general del proceso a automatizar. ....	17
Figura 3.2 Relación memoria y tiempo de ejecución de las CPU's de la familia S7-300. Folleto Controladores Simatic, Siemens AG Noviembre 2007. ....	20
Figura 3.3 Pirámide de automatización. ....	26
Figura 3.4 Herramienta de configuración de Hardware. Arquitectura del Horno de Templado.....	27
Figura 3.5 Controlador, módulos analógicos y digitales. ....	28
Figura 3.6 Variadores de Velocidad Micromaster 440.....	29
Figura 3.7 Análisis de tiempos necesarios para cada tarea.....	31
Figura 4.1 Diagrama de movimientos del sistema de transporte. ....	34
Figura 4.2 Puesta en servicio rápida. Micromaster 440 Instrucciones de uso. ....	37
Figura 4.3 Oscilaciones en la mesa principal.....	39
Figura 4.4 Programación de las combinaciones en AWL. ....	41
Figura 4.5 Combinaciones a partir de la oscilación. ....	41
Figura 4.6 Combinación 2, movimiento de la banda a la derecha. ....	42
Figura 4.7 Combinación 1, cambio en el sentido de giro de la banda. ....	43
Figura 4.8 Combinación 3, decremento de reversas para conocer próximo movimiento del sistema de transporte. ....	44
Figura 4.9 Activación de aspersores por medio de comparación de posiciones. ....	46
Figura 4.10 Temporizador para cada aspersor. ....	47
Figura 4.11 Función para sincronizar el movimiento del sistema de transporte. ....	48
Figura 4.12 Obtención de velocidades a partir de la velocidad en la mesa principal. ....	50

Figura 4.13 Diagrama de oscilaciones dependiendo de la presión requerida para el templado. ....	51
Figura 4.14 Programación para acceder a las combinaciones. ....	52
Figura 4.15 Estado o combinación en cualquier punto de la oscilación.....	52
Figura 4.16 Incremento de la posición actual y activación de la mesa de salida. ....	53
Figura 4.17 Activación del motor con la velocidad de preposición. ....	54
Figura 4.18 Inicio de movimiento de la banda de salida. ....	55
Figura 4.19 Función para detener el movimiento de la banda comparando la posición con un límite definido. ....	56
Figura 5.1 Sistema de ventilación y Quench. ....	57
Figura 5.2 Funciones de encendido y apagado del sistema de enfriamiento. ....	59
Figura 5.3 Funcionamiento del variador dependiendo del estado elegido.....	60
Figura 5.4 Sistema de enfriado para un vidrio delgado.....	61
Figura 5.5 Sistema de enfriado para un vidrio grueso.....	62
Figura 5.6 Rampas lineales para el templado de vidrio grueso o delgado.....	62
Figura 5.7 Rampas escalonadas para el templado de vidrio grueso o delgado.....	64
Figura 5.8 Funcionamiento del tiempo de Delay. ....	66
Figura 5.9 Opciones para el tiempo de Delay. ....	67
Figura 5.10 Rampas para el templado de vidrio delgado. ....	68
Figura 5.11 Rampas para el templado de vidrio grueso. ....	68
Figura 5.12 Incrementos o decrementos cada segundo. ....	69
Figura 5.13 Función para calcular la pendiente de las variaciones de la frecuencia. Función programada en formato lista de instrucciones.....	71
Figura 5.14 Estados del Quench para el enfriamiento de un vidrio delgado.....	72
Figura 5.15 Partes mecánicas del Quench. ....	73
Figura 5.16 Posición de las ventilas en el Quench y conveyor.....	74
Figura 5.17 Funciones de arranque y paro del movimiento de la Y. Función para indicar que el movimiento del Quench terminó.....	75
Figura 6.1 División del horno por zonas. ....	76
Figura 6.2 Relación de porcentaje de los grupos de resistencias. ....	77

Figura 6.3 Función para el encendido de cada zona.....	78
Figura 6.4 Función de los grupos de cada zona. ....	79
Figura 6.5 Ajustes para los tiempos de encendido de las resistencias para cada zona. ....	80
Figura 6.6 Ajustes para las tarjetas de señales analógicas. Hardware Configuration – Step7.....	83
Figura 6.7 Función para escalar señales analógicas. ....	84
Figura 6.8 Bloque de datos para cada lazo de control. ....	85
Figura 6.9 Algoritmo PID para el bloque de lazo de control. ....	86
Figura 6.10 Respuesta inicial en el margen del tiempo.....	86
Figura 6.11 Bloques PID y regulación para cada termopar. Ajuste de tiempo de encendido para cada grupo de resistencias. ....	88
Figura 7.1 Diagrama de flujo de cambio de horario.....	93
Figura 7.2 Funciones para bloqueo o desbloqueo del sistema. ....	94
Figura 7.3 Diagrama de flujo de la función de enfriado inteligente. Se considera al botón de paro de emergencia como un contacto normalmente cerrado. ....	96
Figura 7.4 Representación de las zonas que permiten conservar el calor. ....	99
Figura 7.5 Encendido de las resistencias con respecto al tiempo.....	100
Figura 8.1 Ajuste de la frecuencia a la que debe girar el variador.....	101
Figura 8.2 Ejemplos de recetas y tendencias en software SCADA Movicon. ....	104
Figura 9.1 Diagrama de tiempos real del proyecto. ....	107
Figura 9.2 Cuarto de control, tableros. ....	108