



INGENIERÍA ELÉCTRICA
INFORME TÉCNICO
DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“Diseño de secuencias de automatismo de los compresores de condensadores síncronos de las unidades 6, 7 y 8 de la central hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (C.H MMT.)”

PRESENTA:

DAYANA YARET MARIN CLEMENTE

ASESOR INTERNO:

M.C. OSVALDO BRINDIS VELÁZQUEZ

ASESOR EXTERNO:

ING. JESÚS ANTONIO MONTERO DOMÍNGUEZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

AGOSTO-DICIEMBRE 2019

Tuxtla Gutiérrez Chiapas, a viernes 14 de enero de 2020

INDICE

LISTADO DE FIGURAS	4
LISTADO DE ABREVIATURA	5
AGRADECIMIENTO	6
1.Introducción.	7
1.1 Antecedentes	8
1.2 Estado del arte	9
1.3 Justificación.	11
1.4 Objetivos	12
1.5 Metodología	13
2. Fundamento teórico	15
2.1 Condensadores síncronos	15
2.1.1 Sistema de excitación.....	16
2.1.2 Elementos de un sistema de excitación	17
2.2 Factor de potencia.	17
2.2 .1 Potencia.....	17
2.3 Tipos de potencia	18
2.4 Compresores	19
2.4.1 Tipo de compresores	19
2.5 Pcs7 Siemens	23
3. DESARROLLO.....	27
3.1 Descripción de los compresores.....	27
3.2 Investigación del sistema de control de arranque y paro de los condensadores de forma manual.	31
3.3 Análisis del software Pcs7 Siemens	32
3.4 Diseño de las secuencias lógicas.....	34
4. Resultado y Conclusión.....	53
4.1 Resultado.....	53
4.2Conclusión.....	56
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	57
ANEXOS	58

ANEXO A: TABLA DE PARAMETRO DE LOS COMPRESORES.....	58
ANEXO B: DIAGRAMA ELECTRICO DEL COMPRESOR	59
ANEXO C: SECUENCIA DE CONTROL DE COMPRESORES CONDENSADORES SINCRONOS S7	60
ANEXO D: SECUENCIA DE COMPRESOR 1 Y 2	61
ANEXO E: BARRA DE BLOQUES ROTATIVOS.....	62
ANEXO F: CONDENSADORES SINCRONOS.....	63

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de proceso	13
Figura 2.1 Condensador	16
Figura 2.1.1 Sistema de excitación	16
Figura 2.2.1 Factor de potencia	18
Figura 2.4 Pcs7 Siemens	24
Figura 3.1 Compresor	27
Figura 3.1.1 Placa de datos	28
Figura 3.1.2 Tanque de almacenamiento	30
Figura 3.2 Tablero de compresores	31
Figura 3.3 Inicio Pcs7	32
Figura 3.3.1 Hoja de Pcs7	33
Figura 3.4 Primera sección de la S.C	34
Figura 3.4.1 Conexión de la primera sección	35
Figura 3.4.2 Segunda sección de la S.C	38
Figura 3.4.3 Primera parte de la segunda sección	38
Figura 3.4.4 Segunda parte de la segunda sección	41
Figura 3.4.5 Tercera sección de la S.C	42
Figura 3.4.6 Cuarta sección de la S.C	43
Figura 3.4.7 Primera parte de la cuarta sección	44
Figura 3.4.8 Segunda parte de la cuarta sección	47
Figura 3.4.9 Quinta sección de la S.C	50
Figura 3.4.10 Sexta sección de la S.C	52
Figura 4.1 Secuencia de control	53
Figura 4.1.1 Pantalla principal del control del sistema	54
Figura 4.1.2 Control del sistema	55

LISTADO DE ABREVIATURA

F.P: Factor de Potencia.

C.H MMT.: Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres.

V: Volts.

I: Corriente.

Cos: Coseno.

Sen: Seno.

Φ : Angulo.

VA: Volts-Amperes.

P: Potencia Activa.

S: Potencia Aparente.

PSI: Pounds-force Square Inch (libra por pulgada cuadrada).

S.C: Secuencia de Control.

AAC1: Arranque Automático del Compresor Uno.

C1DOA: Compresor Uno Disponible y Orden de Arranque.

AC1FC2: Arranque de Compresor Uno por Falla de Compresor Dos.

C2DOA: Compresor Dos Disponible y Orden de Arranque.

TPC1: Tiempo de Paro de Compresor Uno.

AC1P: Arranque de Compresor Uno por Presión.

AAC2: Arranque Automático del Compresor Dos.

AC2P: Arranque de Compresor Dos por Presión.

ASC: Arranque del Sistema de Compresores.

BPA: Baja Presión de Aire.

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero agradecer a dios por permitir cumplir el sueño que inicie hace casi cinco años, en el cual día a día me esforzaba para llegar a la meta que me había planteado, es una gran satisfacción saber que he llegado a la meta.

También quiero agradecer a los ingenieros que estuvieron involucrados en esta aventura, principalmente al M.C Osvaldo Brindis Velázquez por el apoyo, comprensión y confianza que deposito en mí para poder llegar a la meta, además del ingeniero Gilberto Domínguez Coello y el ingeniero Juan Manuel Ochoa Toledo que fueron las personas que me apoyaron en mi residencia profesional en la C.H MMT. Además de mi asesor externo el ingeniero Jesús Antonio Montero Domínguez, con los cuales estaré inmensamente agradecida por todo el apoyo proporcionado, los consejos y por qué no los regaños que en su momento me dieron para poder de mí una mejor alumna y por qué no persona.

Pero por sobre todas las cosas le doy las gracias a mi familia, principalmente a mi mama, hermanos y primos, quienes siempre creyeron en mí, que día a día me animaban a terminar esta aventura, que a la vez era un sueño para ellos. También quiero que estos agradecimientos lleguen hasta el cielo, ya que tengo tres angelitos que sé que les alegra mucho ver que mi sueño está a punto de lograrse, que ellos vieron el inicio de esta aventura, pero por desgracia no pudieron ver el final, pero sé que desde el cielo ellos me siguen apoyando y estarán felices por ver que logre lo que me planteé.

Al comienzo me resultaba difícil permanecer en esta aventura por diversos factores, pero gracias a dios y mi familia puedo decir que lo he logrado y es la satisfacción más hermosa que puedo sentir.

Estoy agradecida con la vida por permitir llegar hasta donde estoy y por permitir conocer personas muy buenas que me impulsaron a ser mejor a los cuales puedo llamar amigas, también por permitir conocer a maestros muy buenos.

No me queda más que decir que infinitas gracias a todas y cada una de las personas que creyeron en mí hoy puedo decir que lo logramos.

1. Introducción.

Un condensador síncrono es simplemente un motor síncrono que se usa solamente para la corrección del factor de potencia (F.P), sin carga mecánica en su flecha. Aunque los motores síncronos son utilizados para mejorar el F.P, los condensadores síncronos en la actualidad raramente son económicos en esa aplicación, comparados con otras posibles soluciones.

La corrección del F.P es de vital importancia ya que significa que la energía utilizada en las maquinas se convirtió en trabajo, el valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil. Considerando lo anterior el factor de potencia por debajo del 90% significa energía desperdiciada por la empresa y en consecuencia un desgaste prematuro en los conductores entre otros problemas técnicos.

Las secuencias automáticas de los compresores de condensadores síncronos permitirán tener un control y además de eso la reducción de personal para ir a encender y apagar dichos compresores, ya que en la actualidad no cuenta con una automatización. Esto conllevara muchos beneficios entre ellos a largar la vida de las máquinas y brindara seguridad a los ingenieros.

Es por ello que se implementara este proyecto para poder solucionar los problemas que en la actualidad presentan dichos compresores.

1.1 Antecedentes

Los condensadores síncronos comprenden la infraestructura encargada de la corrección del F.P, para un uso eficiente de la energía eléctrica. Esto nos ayuda para evitar la introducción de armónicos a la red.

Cabe mencionar que no es una de las únicas soluciones para dicha corrección pues existen diversas maneras para solucionar este problema, pero en la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (C.H MMT.) se implementó esta solución.

La C.H MMT. comenzó a funcionar en el año 1980 en ese entonces solo contaba con una etapa en casa de máquinas fue hasta el año 2004 que se implementó la segunda etapa la cual cuenta con 3 unidades la cuales funcionan como generador eléctrico y con ayuda de compresores funcionan como condensadores síncronos.

Los condensadores síncronos son de vital importancia para poder compensar los reactivos y en la red y por ende corregir el factor de potencia y que toda la energía que consume la máquina se transforme en trabajo y no sea energía desperdiciada.

El desarrollo de este proyecto busca resolver el problema que presenta el departamento de control e instrumentación donde los ingenieros no cuentan con un sistema automatizado para el inicio y paro de los compresores de los condensadores síncronos, ya que actualmente se encuentra de manera manual, esto significaría un avance para la empresa ya que les permitirá tener un control del uso de los compresores y evitar futuros daños, además de que les brindara seguridad y mayor confianza a dichos ingenieros.

Es de vital importancia solucionar este problema para poder brindar seguridad y estabilidad a los ingenieros que tienen que manipular dichos compresores y por diversas ocupaciones se les olvide apagar dicho compresor, esto ayudara a velar tanto por la seguridad de los ingenieros como la de las máquinas.

1.2 Estado del arte

O. Álvarez Balata, Universidad de San Buena Aventura, Programa de electrónica, Bogotá. Plantea la simulación del proyecto de automatización de los compresores de la Industria Nacional de Gaseosas S.A, Más conocida como Coca Cola FEMSA. Esto con el fin del ahorro energético de la planta, puesto que los compresores no estarán encendidos si no son necesarios y cada uno de ellos entrara en funcionamiento cuando la carga así lo indique. [1]

L. Leal de la Cruz, Universidad de San Carlos, Departamento Eléctrico, Guatemala. Presenta una opción de ahorro de energía en la neumática, que utiliza aire comprimido como fluido. Esto con el fin de reducir de un 20% a un 50% del consumo de electricidad lo cual puede significar miles o cientos de miles de quetzales de ahorro potenciales anualmente. Este proyecto su principal función es el ahorro de energía eléctrica. [2]

D. J. Camacho Molina, Universidad Tecnológica de Bolívar, Especialización de automatismo y control de procesos industriales, Cartagena de Indias. Busca implementar el automatismo de los compresores con el de ayudar a los departamentos de mantenimiento y proceso en el diagnóstico de una falla, este proyecto tiene como objetivo general el control de presión de los tanques de amoniaco mediante la automatización de los compresores.
[3]

G. S. Rivas Maza, Instituto Politécnico Nacional, Ingeniería en Control y Automatismo. México Distrito Federal. Este proyecto tiene como finalidad la creación de una secuencia lógica para ayudar a la empresa de pinturas Pinturimex esto le permitirá el ahorro de energía eléctrica además de ayudar a que sus máquinas no sufran un desgaste de sus componentes, así como una disminución significativa de vida útil. [4]

Es importante resaltar que al realizar las investigaciones pertinentes acerca del tema de este proyecto no se pudo encontrar demasiada información referente al tema es por ello que solo cuatro ejemplos se pudieron citar en la sección de estado de artes, además es importante mencionar que únicamente son relacionadas a la automatización de compresores, ya que referente al programa que se utiliza en este proyecto no fue posible encontrar ejemplos referente a eso

1.3 Justificación.

El diseño de secuencias de automatismo de los compresores de condensadores es un avance para el área de control e instrumentación, ya que sería la implementación de algo nuevo que les significaría ahorro de tiempo y sobre todo prevenir daños futuros tanto en la maquina como el personal. El presente proyecto impactara de manera económica al evitar posibles daños a los compresores por descuido del personal que los manipula, así como brindar seguridad al personal que se encuentre cerca de ellos.

El desarrollo de este proyecto impactará en el ámbito tecnológico, con el uso de un nuevo software que nos ayudará a la programación del arranque y paro de los compresores de una manera más precisa, esto nos permitirá el ahorro de tiempo en ir a encender y apagar dichos compresores además nos permitirá hacer una combinación de los compresores con las 3 unidades.

Este proyecto determinara la hora de arranque y paro de los compresores de manera precisa, reduciendo el uso de personal para ir a encender los compresores de manera manual, y sobre todo evitar futuros daños a la maquina por descuidos, es por eso que se propone dicho proyecto que representaría un avance tecnológico para dicha Central Hidroeléctrica, ya que desde el año 2004 cuando inicio la segunda etapa no cuenta con un sistema automatizado.

Además, que será de manera más práctico y eficiente puesto que con una secuencia lógica será manipulable dicho arranque, paro y combinación de los compresores con los condensadores.

1.4 Objetivos

Objetivo general:

Automatizar un sistema de secuencia de arranque y paro para las unidades 6, 7 y 8 de la C.H MMT.

Objetivos específicos:

- Analizar el funcionamiento de los condensadores síncronos.
- Desarrollar el sistema de control de arranque y paro de los condensadores de manera manual.
- Analizar e interpretar el programa con el que se trabajara en este caso PCS7 Siemens.
- Diseñar la secuencia de control en el programa PCS7 Siemens.
- Probar el sistema antes realizado para determinar algún tipo de fallas.
- Integración de las secuencias lógicas.

1.5 Metodología

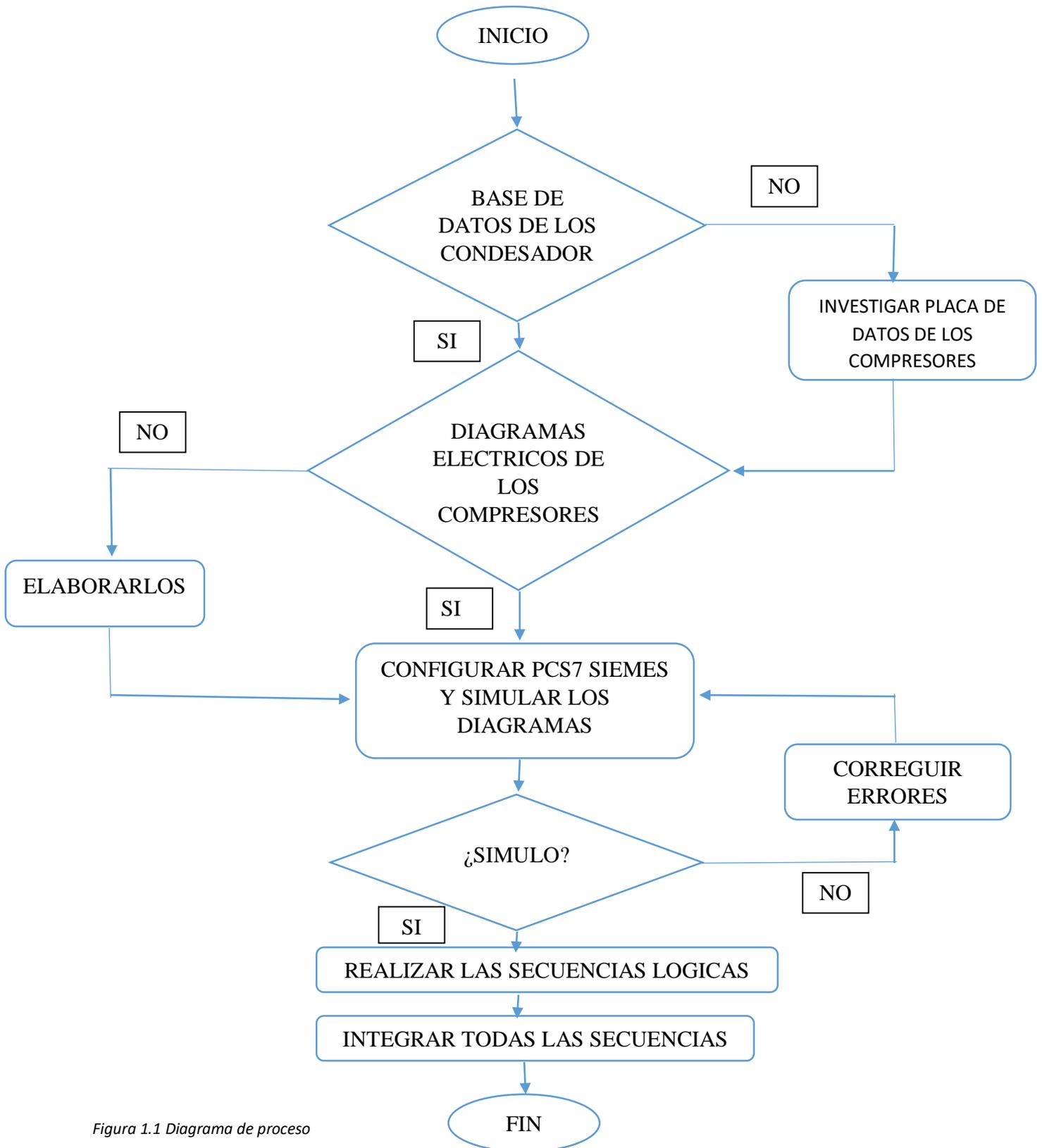


Figura 1.1 Diagrama de proceso

En la figura 1.1 describe el proceso que se llevara a cabo para el presente proyecto. En los primeros bloques indica la recopilación de datos acerca de los condensadores síncronos y compresores, acerca de la placa de datos y los diagramas eléctricos. Si no se obtiene dicha información se realizará la investigación de la placa y se realizaran los diagramas eléctricos.

En el siguiente bloque se menciona la introducción de la información para realización de las secuencias lógicas del programa donde se almacenará los datos con respecto al paro y arranque de los compresores, además donde se recopila información importante de los compresores como por ejemplo los parámetros con los que trabaja la temperatura y la presión a la que deben de llegar para poder hacer las secuencias de manera correcta.

Después de los diagramas eléctricos se configurará el programa Pcs7 Siemens para poder integrar los diagramas eléctricos y pasar los a una secuencia de bloques para determinar que este de una manera correcta.

En los últimos bloques menciona la simulación de los diagramas de cada circuito y se analizara las posibles fallas que pueda tener dichas secuencias, se lleva a cabo la correcta simulación se realiza las correcciones pertinentes, para así proceder a simular correctamente y posterior a esto se realizaría la integración de las secuencias que sería nuestro último paso.

2. Fundamento teórico

2.1 Condensadores síncronos

Un compensador síncrono, también llamado condensador síncrono, es una máquina síncrona cuyo eje no está unido a ninguna carga. La corriente en su devanado de campo se controla a través de un regulador de tensión, de forma que la máquina genera o consume potencia reactiva según lo requiera el sistema al que está conectada.

Algunas de sus ventajas, en comparación con otros dispositivos de compensación, son las siguientes:

- Regula la tensión de forma continua, sin los transitorios electromagnéticos asociados a los cambios de tomas de otros tipos de dispositivos.
- No introduce armónicos en la red, ni se ve afectado por ellos.
- No causa problemas por resonancia eléctrica.

Otra característica particular de los compensadores síncronos es que en caso de caída de tensión por un fallo en la red son capaces de proporcionar corriente de cortocircuito durante un tiempo limitado, facilitando el ajuste de las protecciones de sobre corriente.

Un Condensador Síncrono es un dispositivo compatible con la tensión de red. Fundamentalmente, es un generador síncrono que funciona sin motor primario. La generación/consumo de potencia reactiva se consigue mediante la regulación de la corriente de excitación.

Uno de los beneficios es que contribuyen a la capacidad general de corto circuito en el nodo de red donde está instalado. Esto a su vez, mejor las posibilidades de que los equipos conectados a la red sean capaces “viajar a través” condiciones de fallo de la red.

Los Condensadores Síncronos se adaptan para operar durante el servicio de sobrecarga para períodos de tiempo variables. Pueden soportar la tensión del sistema de alimentación durante caídas de tensión prolongadas, aumentando la inercia de la red. La energía cinética almacenada en el rotor del condensador contribuye a la inercia total del sistema de energía, y, por lo tanto, también es beneficioso desde el punto de vista de control de frecuencia. También pueden ser utilizados como dispositivos de compensación de energía reactiva en situaciones donde la inestabilidad de voltaje se debe evitar a toda costa.

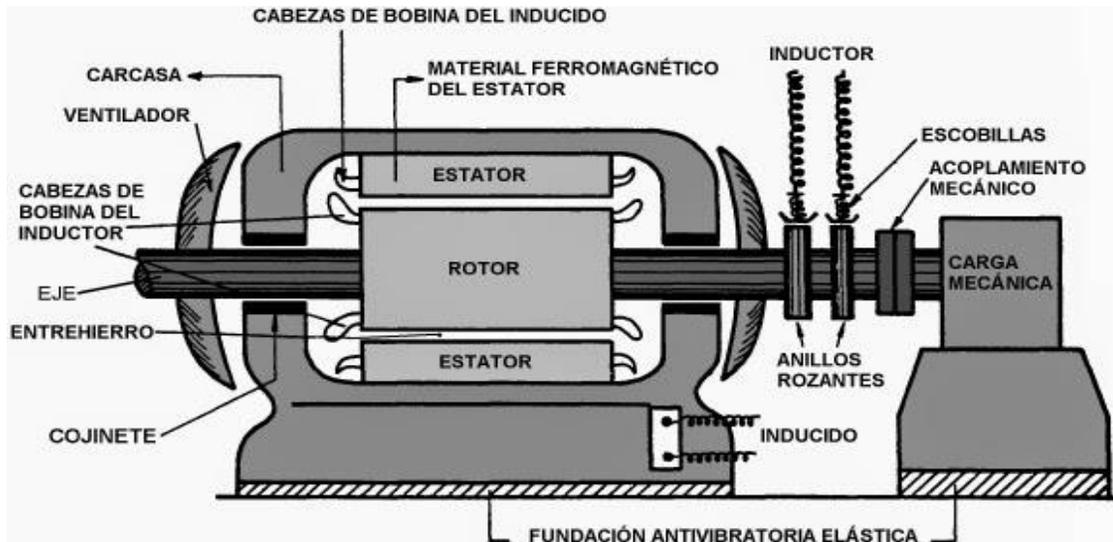


FIGURA 2.1 CONDENSADOR

2.1.1 Sistema de excitación

La función básica de un sistema de excitación es suministrar corriente directa al devanado de campo de la maquina síncrona. A través del control de la tensión y corriente de campo realiza funciones de control y de protección para una operación satisfactoria del sistema de potencia.

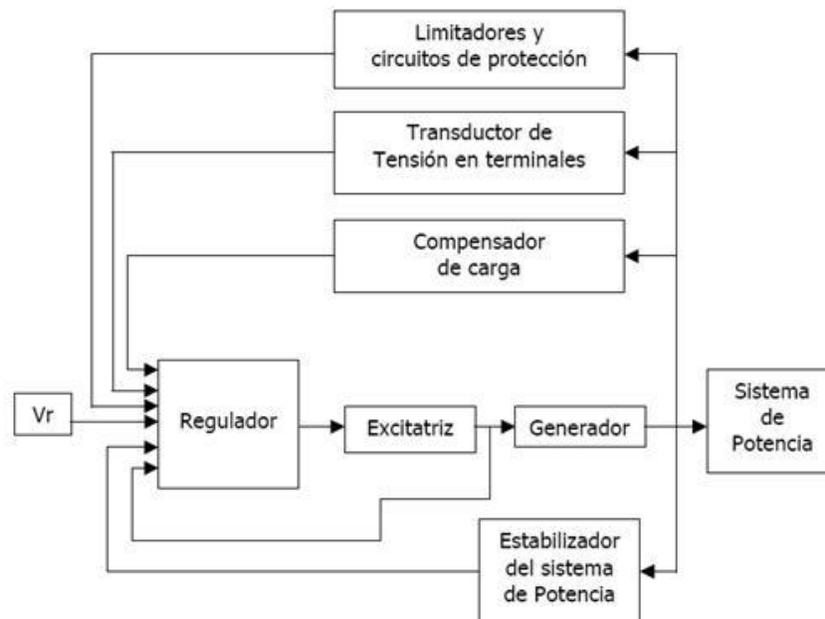


FIGURA 2.1.1 SISTEMA DE EXCITACION

2.1.2 Elementos de un sistema de excitación

Excitatriz: provee la potencia de corriente continua al arrollamiento de campo de la maquina sincrónica, constituye la etapa de potencia.

Regulador: procesa y amplifica la señal de control de entrada a un nivel y forma adecuado para el control de la excitatriz. Incluye función de regulación y estabilizador.

Transductor de tensión en bornes: censa la tensión en bornes, la rectifica y la filtra para obtener un valor de corriente continua que se compara con una referencia, la cual representa la tensión deseada en bornes.

Compensador de carga: se utiliza cuando se desea controlar la tensión en un punto eléctrico remoto, respecto a los terminales del generador.

Estabilizador del sistema de potencia: provee una señal adicional de entrada al regulador para amortiguar las oscilaciones de potencia del sistema. Tiene como entrada el deslizamiento de velocidad del rotor, las potencias aceleran té y/o la desviación de frecuencia.

Circuitos limitadores y de protección: asegura que los límites de capacidad de la maquina sincrónica no sean excedidos. Límites de la corriente de campo, de tensión de excitación, de tensión en terminales, de sobreexcitación y sobreexcitación, etc. Se aplica al control de excitación en puntos de suma o en compuertas.

2.2 Factor de potencia.

Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. También podemos decir, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. Como el factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga, repasaremos algunos conceptos para expresar matemáticamente el factor de potencia.

2.2.1 Potencia

La medición de potencia en corriente alterna es más complicada que la de corriente continua debido al efecto de los inductores y capacitores. Por lo que en cualquier circuito de corriente alterna existen estos tres parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia en una variedad de combinaciones. En circuitos puramente resistivos la tensión (V) está en fase con la corriente (i), siendo algunos de estos artefactos como lámparas incandescentes, planchas, estufas eléctricas etc. Toda la energía la transforma en energía lumínica o energía calorífica. Mientras que en un circuito inductivo o capacitivo la tensión y la corriente están desfasadas 90° una respecto a la otra. En un circuito puramente inductivo la corriente está atrasada 90° respecto de la tensión. Y en un circuito puramente capacitivo la corriente va adelantada 90° respecto de la tensión.

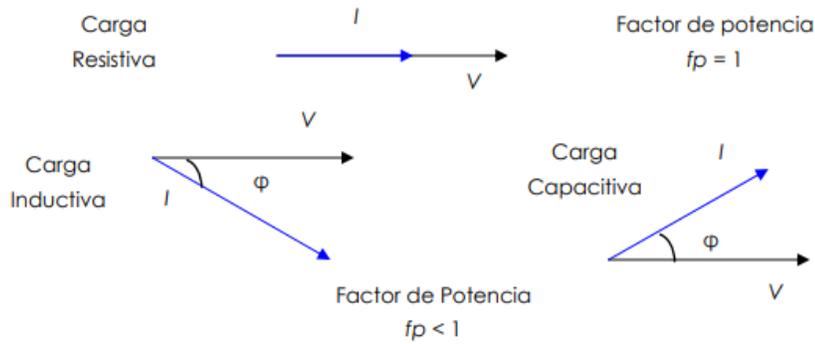


FIGURA 2.2.1 FACTOR DE POTENCIA

La potencia se puede definir como la capacidad para efectuar un trabajo, en otras palabras, como la razón de transformación, variación o transferencia de energía por unidad de tiempo.

2.3 Tipos de potencia

POTENCIA ACTIVA: $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$ ecu 1

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten energía eléctrica en otras formas de energía como: mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras. Esta energía corresponde a la energía útil o potencia activa o simplemente potencia, similar a la consumida por una resistencia. Expresada en watts.

POTENCIA REACTIVA: $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$ ecu 2

Los motores, transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, requieren potencia activa para efectuar un trabajo útil, mientras que la potencia reactiva es utilizada para la generación del campo magnético, almacenaje de campo eléctrico que, en sí, no produce ningún trabajo. La potencia reactiva está 90° desfasada de la potencia activa. Esta potencia es expresada en volts-amperes reactivos. (VAR)

POTENCIA APARENTE: $S = V \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} < \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right)$ ecu 3

Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo de la corriente que éste demanda. Es también la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva. Esta potencia es expresada en volts-amperes (VA) El factor de potencia (fp) es la relación entre las potencias activa (P) y aparente (S) si las corrientes y tensiones

son señales sinusoidales. Si estas son señales perfectamente sinusoidales el factor de potencia será igual al $\text{Cos } \varphi$, o bien el coseno del ángulo que forman los fasores de la corriente y la tensión, designándose en este caso como $\text{Cos } \varphi$ el valor de dicho ángulo.

2.4 Compresores

El compresor es una máquina o dispositivo que reduce el aire con unas específicas condiciones y lo impulsa con una presión superior a la de entrada. Además, es posible definir como una máquina de funcionamiento alternativo o rotatorio que tiene como propósito la compresión de un fluido que por lo general se trata de aire, para emplear su fuerza de expansión de forma indicada y transmitida a la zona más adecuada.

Los compresores se clasifican de acuerdo a la forma de trabajo. Los más empleados son los de embolo, porque son económicos, pero presentan una dificultad y es que generan mucho ruido. Otra clase son los giratorios o rotativos más modernos y producen menos ruido. Cada tipo de compresor comprende una variedad de clases diferentes de compresores

Los compresores son máquinas especialmente diseñadas y construidas para aumentar la presión en los gases. Lo más común es que se comprima aire, pero en la industria es frecuente la necesidad de comprimir otros gases. A veces se utiliza de manera intermitente (un taller, llantera, restaurante, planta, procesador, etc.) a veces continuo (bombeo de gasoductos, embotelladoras de gaseosas o cerveza, sopladores de bolsas y envases plásticos, etc.).

Existen diversas formas de comprimir aire, dando esto a que existan muchos tipos de compresores, todo dependiendo del mecanismo que utilicen. Los compresores a pistón o émbolo (alternativos), son los de uso más difundido y por su diseño, los compresores de aire de pistón producen altas presiones en volúmenes pequeños, y generalmente se utilizan para aplicaciones domésticas e industriales.

2.4.1 Tipo de compresores

Compresores reciprocantes

Un compresor reciprocante es una máquina de desplazamiento positivo, lo que significa que aumentan la presión del aire al reducir su volumen. Esto se consigue tomando volúmenes sucesivos de aire que están confinados dentro de un espacio cerrado y elevando este aire a una presión más alta.

El compresor de aire recíproco es de acción única cuando la compresión se realiza utilizando solo un lado del pistón. Un compresor que utiliza ambos lados del pistón para comprimir se considera de doble efecto.

Los compresores de aire recíprocos están disponibles ya sea refrigerados por aire o refrigerados por agua, y en configuraciones lubricadas y no lubricadas. Existe una amplia gama de compresores de este tipo con distintas selecciones de presión y capacidad.

APLICACIONES

El compresor alternativo o recíproco generalmente se utiliza cuando se necesita una alta presión y bajo flujo (o flujo discontinuo de hasta 30 bares). Principalmente en trabajos en los que el aire se usa para herramientas manuales, limpieza de polvo, pequeños trabajos de pintura, usos comerciales, etc.

VENTAJAS DEL COMPRESOR RECIPROCANTE:

- Relativamente barato
- Fácil mantenimiento
- Adecuado para alta presión

DESVENTAJAS DE LOS COMPRESORES RECIPROCANTE:

- Es muy ruidoso (hay que meterlo en una habitación o caja que aisle del ruido)
- Alta temperatura de salida del aire comprimido
- Alto contenido de aceite en las tuberías de aire

Compresor de pistón

La forma más simple de un compresor de pistón es una bomba de bicicleta. Un pistón se mueve hacia arriba en el interior del cilindro, reduciendo el espacio superior. Esto provoca que el aire tenga que aumentar la presión para poder encajar en la cavidad más pequeña.

Un compresor de pistón de efecto simple comprime solo en un extremo del pistón, mientras que un compresor de doble efecto comprime ambos extremos del pistón. Los compresores de pistón pueden incorporar múltiples etapas de compresión para lograr la presión deseada, lo que los hace particularmente adecuados para aplicaciones de alta presión. Este tipo de compresores pueden ser lubricados o sin aceite. Algunos de ellos cuentan con diseños especiales y son capaces de comprimir otros gases además del aire.

Compresor de tornillo

En un compresor de tornillo (o de doble rotor), el aire queda atrapado y sellado entre los perfiles de dos tornillos, uno macho y otro hembra. A medida que los dos tornillos o

rotores helicoidales giran y engranan, el aire es empujado a lo largo de ellos hacia un espacio cada vez más pequeño. Esto provoca un aumento de la presión para permitir que el volumen de aire dado encaje en las cavidades de la cámara de compresión.

El compresor de tornillo generalmente se refrigera con aceite. Otros modelos se refrigeran con agua o con aire. Dado que el enfriamiento tiene lugar dentro del compresor, las piezas de trabajo nunca experimentan temperaturas de operación extremas.

Los más usados en la industria son los compresores de tornillo lubricados con aceite, puesto que el residuo de grasa en el aire es mínimo. Esta clase de compresor de tornillo es más barata y común que los que no llevan lubricación.

Los compresores de aire de tornillo sin aceite se enfrían con aire y con agua. Ofrecen las mismas prestaciones que los lubricados, pero en entornos de trabajo en los que se requiere aire sin aceite. El diseño y fabricación de este tipo de compresores es algo más complejo y costoso.

VENTAJAS DE LOS COMPRESORES DE TORNILLO:

- Menos ruidoso
- Suministran gran cantidad de aire comprimido
- Más eficiente energéticamente en comparación con los compresores de tipo pistón
- El suministro de aire es continuo en comparación con los compresores alternativos
- Temperatura final del aire comprimido relativamente baja

DESVENTAJAS DEL COMPRESOR DE TORNILLO:

- Más caro que un compresor de tipo pistón
- Diseño más complejo
- Es importante realizar un mantenimiento con frecuencia

Compresor Scroll

Los compresores Scroll son unos de los mejores compresores de tipo rotativo. En ellos el aire se comprime mediante dos elementos en espiral. Uno de los elementos es estacionario y el otro se mueve en pequeños círculos excéntricos dentro de la espiral. El aire queda atrapado en el interior de la espiral de ese elemento, y se transporta en pequeñas bolsas de aire al centro de la espiral.

VENTAJAS DE LOS COMPRESORES SCROLL:

- Muy silenciosos

- De tamaño compacto
- Diseño simple, sin tantas piezas
- No usan aceite y requieren poco mantenimiento

DESVENTAJAS DE UN COMPRESOR SCROLL:

- Capacidad de salida de aire baja
- Relativamente caro
- Temperatura del aire comprimido demasiado alta.

Compresor de paleta

El compresor de paletas es otro tipo de compresor rotativo. Tiene una carcasa fija en la que se coloca un disco de rotor rotativo que tiene ranuras que se usan para sujetar las paletas deslizantes.

Cuando el rotor gira, el disco también gira, lo que permite que las paletas deslizantes se muevan, ya que la superficie interior de la carcasa es excéntrica. Cuando esas paletas se alejan del centro, queda atrapada una gran cantidad de aire en su interior y, con la rotación, las palas deslizantes convergen debido a su forma y el aire atrapado en ellas se comprime.

Son compresores que no requieren apenas de mantenimiento y tienen un diseño muy sencillo.

Compresores centrífugos

Un compresor centrífugo es un compresor de aire dinámico que depende de la transferencia de energía de un impulsor giratorio al aire.

Un compresor centrífugo tiene un elemento giratorio simple, montado en el eje que generalmente está conectado directamente al motor primario. El compresor está dividido en cuatro partes. Entrada, impulsor centrífugo, difusor y colector.

El compresor succiona el aire o el aire entra por la parte de entrada y luego el compresor centrífugo eleva la energía de los gases o aire al girar el juego de cuchillas. Desde aquí, la velocidad del aire aumenta antes de pasar al difusor. El difusor convierte la energía cinética del aire en energía de presión, al disminuir gradualmente la velocidad del aire. De esta manera, el aire se comprime.

En este tipo de compresores el aumento de la presión se logra acelerando el gas utilizando el impulsor, y luego reduciendo la velocidad del aire en movimiento en el difusor, para transferir la energía cinética a la presión.

Una de las características interesantes del compresor centrífugo es que a medida que la velocidad del impulsor se reduce, la capacidad del compresor aumenta.

Un compresor centrífugo gira a una velocidad más alta que otros tipos de compresores. Estos compresores están diseñados para ofrecer una mayor capacidad, gracias a que el flujo a través del compresor es continuo.

Los compresores centrífugos se utilizan en aplicaciones químicas y petroquímicas, en generación de energía, gases industriales, en plantas de fabricación de acero o vidrio e, incluso, en plantas de fertilizantes. Y, en general, en cualquier lugar que necesite grandes volúmenes de aire.

Compresores axiales

Los compresores axiales son algo similares a los compresores centrífugos, y también son compresores dinámicos. El compresor axial es un tipo de compresor que comprime continuamente el aire. Es un compresor rotativo basado en una superficie aerodinámica en el que el gas o el aire fluyen paralelos al eje de rotación.

Hay un conjunto de cuchillas giratorias y un conjunto de cuchillas estacionarias. Ambos tienen diferentes operaciones.

A medida que el compresor succiona el aire axialmente y aumenta su nivel de energía, el aire fluye a través de las palas del rotor que gira y ejerce un par de torsión en el aire. Después, las palas estacionarias disminuyen la velocidad del fluido y convierten el componente circunferencial del aire en presión, comprimiendo así el aire. En esta clase de compresores la presión se produce en varias etapas.

2.5 Pcs7 Siemens

SIMATIC PCS 7 tiene todo lo necesario para automatizar de forma completa y segura todo el proceso de producción. Gracias a la combinación de una arquitectura escalable con potentes herramientas de ingeniería y una amplia variedad de funciones adicionales, todas ellas fácilmente integrables en su sistema actual, como pueden ser:

- La gestión de alarmas
- La seguridad de procesos

- La gestión de activos

Siemens Industry tiene la respuesta a los desafíos en la automatización manufacturera, de procesos y de edificios. En efecto, nuestras soluciones de accionamiento y automatización, basadas en Totally Integrated Automation (TIA) y Totally Integrated Power (TIP), se utilizan en todos los sectores. Tanto en la industria manufacturera como en la industria de procesos. Al igual que en edificios industriales y terciarios.

El sistema de control de procesos SIMATIC PCS 7 es un componente esencial de Totally Integrated Automation (TIA), la base excepcional que Siemens ofrece para la automatización coherente y personalizada para todos los sectores de la industria de manufacturación, de procesos, y para las industrias híbridas. Con TIA, Siemens es actualmente el único proveedor que está en condiciones de suministrar un controlador coherente para la cadena del proceso entera, con todas las etapas incluidas, desde la logística de entrada y el proceso de producción o primario, los procesos posteriores (secundarios), hasta, finalmente, la logística de salida. La tecnología de este sistema permite optimizar todos los procesos operacionales de una empresa, con todas las fases desde el nivel del Enterprise Resource Planning (ERP), pasando por el nivel del Management Execution System (MES) y el nivel de Control, hasta el nivel de campo.

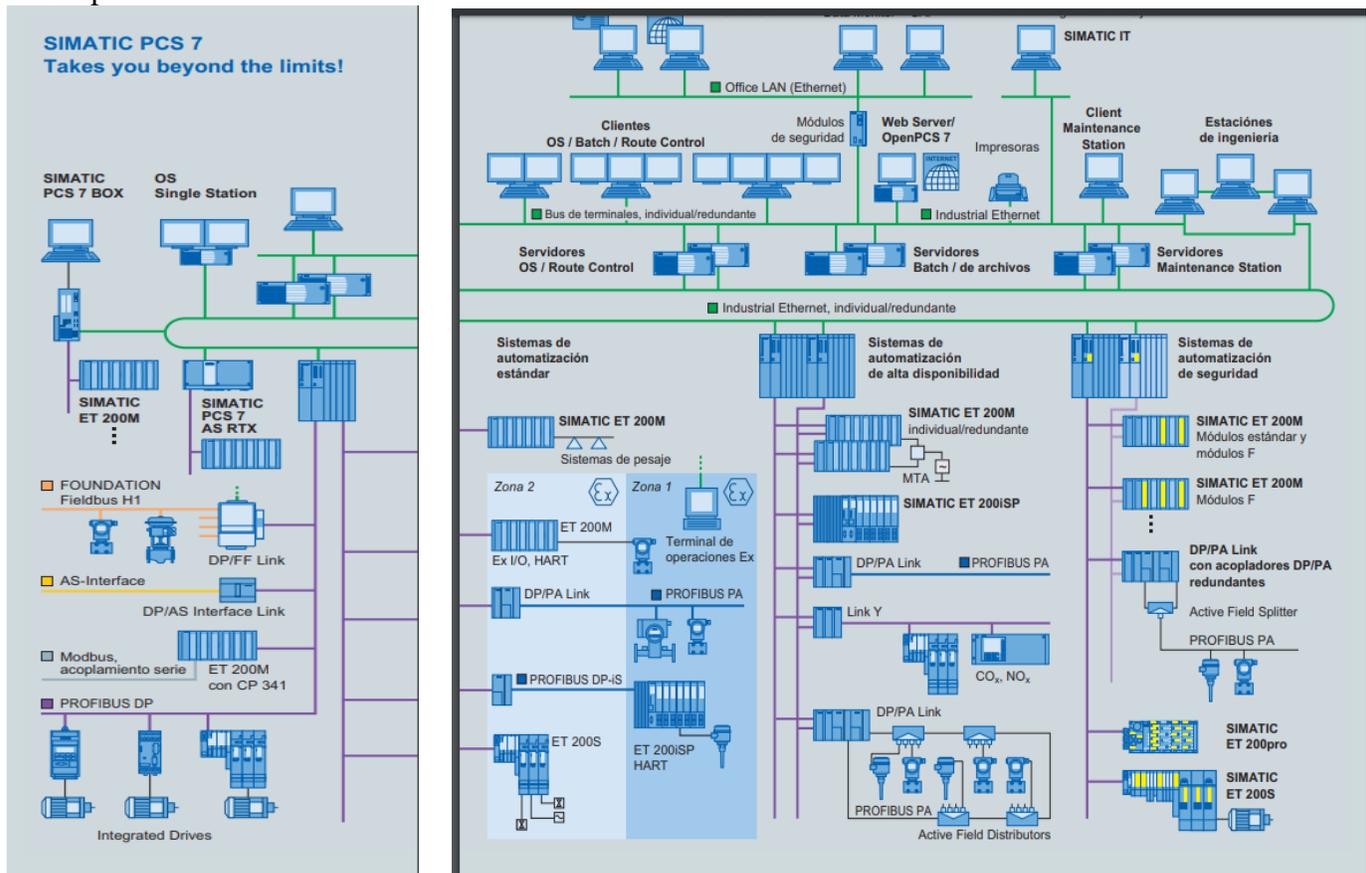


FIGURA 2.4 PCS7 SIEMENS

Integrado en una solución de automatización global para una planta de producción, el objetivo principal de SIMATIC PCS 7 consiste en automatizar los procesos primarios. En cambio, los procesos secundarios (por ejemplo, el envasado y empaquetado) o la logística de entrada y salida (por ejemplo, la alimentación de materiales y el almacenamiento) se realizan frecuentemente con los componentes de SIMATIC basados en PLCs o en PCs. Las ventajas de Totally Integrated Automation y, en particular, su compatibilidad con respecto a la gestión de datos, comunicación y configuración, hacen de este sistema una solución que destaca por ser rentable desde el momento de la fase de ingeniería conceptual y de detalle, permaneciéndolo a la hora de efectuar las labores de instalación y puesta en marcha y durante la operación diaria, el mantenimiento preventivo y correctivo y la modernización de una planta.

Gestión de datos coherente

Gestión de datos coherente significa que todos los componentes de software acceden a una base de datos común. Con esto, los datos de un mismo proyecto se introducen y se modifican desde un único punto. Así, las labores necesarias se reducen a un mínimo, y también el riesgo de cometer errores. Una vez implementadas las definiciones simbólicas, todos los componentes de software las "entienden". La consistencia de los datos queda asegurada incluso cuando varias personas trabajan simultáneamente en un mismo proyecto. Los parámetros definidos en el sistema de ingeniería superan además sin problemas los límites de la red o del sistema, pudiéndose transmitir al nivel de campo, a los sensores, y a los actuadores o accionamientos.

Comunicación coherente

La comunicación coherente desde el nivel de control empresarial hasta el nivel de campo está basada en estándares internacionales como Industrial Ethernet o PROFIBUS, y soporta además el flujo de informaciones por Internet en el ámbito internacional. Como los componentes de hardware y de software asociados dominan estos mecanismos de comunicación, resulta realmente fácil configurar estas conexiones, incluso si se trata de comunicaciones entre distintos sistemas o distintas redes.

Configuración coherente

Las labores de configuración quedan reducidas a un mínimo gracias al sistema de ingeniería, el cual se caracteriza por su gama de herramientas unificadas que concuerdan perfectamente unas con otras. Las herramientas de ingeniería para el software de aplicación, los componentes de hardware y la comunicación, se pueden activar a partir de un administrador

de proyectos central (SIMATIC Manager), que es a la vez la aplicación básica para crear, administrar, archivar y documentar un proyecto. La compatibilidad de los avances tecnológicos queda avalada dentro de la gama de TIA. Esto le confiere un alto grado de seguridad al propietario de una planta o instalación con respecto a sus inversiones, y además le da la posibilidad de modernizar y ampliar sus instalaciones durante todo

El sistema de control de procesos SIMATIC PCS 7 es un sistema homogéneo y coherente que se caracteriza por una extraordinaria arquitectura escalable y funcionalidades destacadas, formando así la base ideal para la implementación económica y la operación rentable de una instalación de instrumentación y control. Ampliándose con funcionalidades adicionales – integrables fluidamente y sin problemas– para la automatización de procesos por lotes, control de transportes de materiales, gestión de activos (Asset Management), aplicaciones de telecontrol y de seguridad, evaluación/gestión de datos de procesos o tareas MES, SIMATIC PCS 7 ofrece mucho más que un típico sistema de control de procesos. Esto se materializa en forma de las siguientes siete ventajas:

- Reducción de los gastos generales de explotación (Total Cost of Ownership) por integración
- Alto rendimiento y excelente calidad, combinadas con ingeniería, fiabilidad y disponibilidad eficientes
- Flexibilidad y escalabilidad, tanto en pequeños sistemas de laboratorio como en extensas redes de equipos
- Protección de las inversiones por modernización sucesiva de los sistemas propios y ajenos
- Safety & Security: técnica de seguridad integrada y amplia seguridad IT para la protección fiable de las personas, del medio ambiente, del proceso y de la planta
- Innovaciones tecnológicas continuas por el líder mundial en tecnología de automatización
- Global Network of Experts: servicio y soporte locales gracias a una red mundial de expertos y partners autorizados

3. DESARROLLO

El desarrollo del presente proyecto fue realizado en la oficina de control e instrumentación de la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres. Cada uno de los puntos descritos son de vital importancia para la realización de la secuencia de control del automatismo de los compresores, puesto en el año 2004 cuando inicio la segunda etapa. Se describirá el desarrollo experimental de los compresores y condensadores que están involucrados en dicho proyecto.

3.1 Descripción de los compresores

Para la realización del proyecto, es importante describir los compresores que serán involucrados en dicha secuencia en este caso se realizó investigación de campo para poder obtener la placa de datos de dichos compresores, en la figura 3.1 y figura 3.1.1 Podemos observar cuales son.



FIGURA 3.1 COMPRESOR

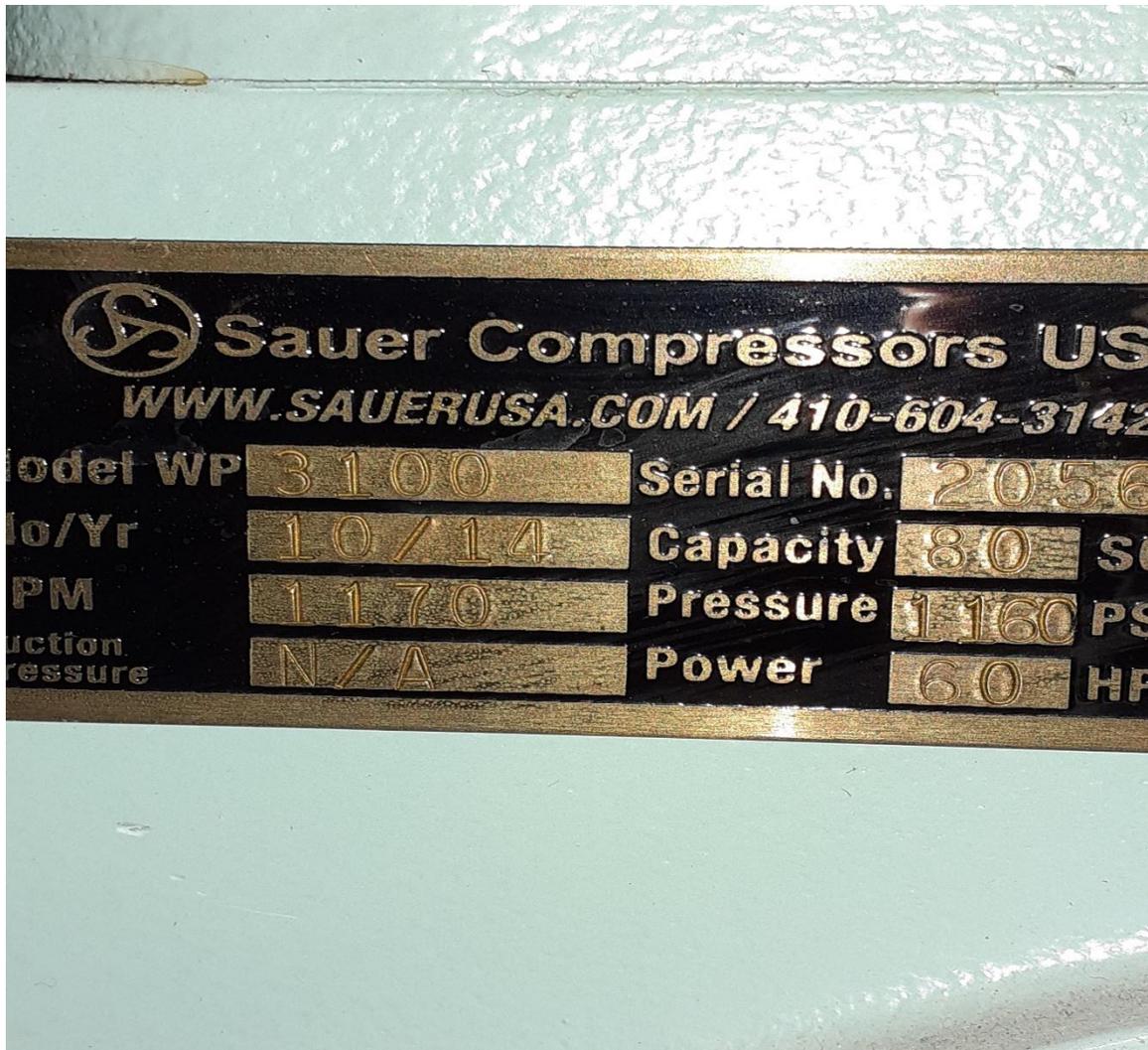


FIGURA 3.1.1 PLACA DE DATOS

Con la ayuda de la placa de datos pude obtener la data sheet de los compresores, ya que con la ayuda de esos datos pude conocer los parámetros con lo que trabajan, con el cual encontré lo siguiente.

- Toma de aire y filtro silenciador
- Intercoolers y pos enfriadores
- Separadores de aceite y agua después de la primera, segunda y tercera etapa.
- Válvula de seguridad después de cada etapa
- Manómetros de primera, segunda y tercera etapa
- Electroválvulas (115V / 60Hz) para drenaje automático de los separadores.
- Alivio de arranque descargado y sistema automático de drenaje de condensado
- Desempañador de condensado para eliminar fácilmente el drenaje de condensado

- Montaje de compresor y motor eléctrico.
- Soportes resistentes que incluyen mangueras de drenaje y manguera de salida de aire/gas
- Motor eléctrico 460/3/60 con protección IP55 (TEFC)
- Válvula de retención montada en la manguera de salida de aire/gas
- Interruptor de apagado por bajo nivel de aceite
- Interruptor de apagado de alta temperatura de aire/gas montado en la salida de aire/gas del compresor
- Sistema de control del compresor (incluido el arrancador de motor) para arrancar / parar el compresor y controlar el nivel de aceite, la temperatura de salida de aire/gas y la presión de salida del compresor.
- Paquete de cableado completo y montado en un patín
- Sensor de presión de aire / gas para arranque / parada automático (suministrado suelto)

Posterior al análisis de los compresores, otro factor importante es el tanque almacenador, ya que depende de la presión que marque dicho tanque se accionaran los compresores y de que lleguen al valor deseado se apagaran de manera automática esto se mide con la ayuda de un presostato que tiene dicho tanque, en la figura 3.1.2 podemos observar dicho tanque.



FIGURA 3.1.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Este tanque ayuda a los generadores para poder convertirse en condensadores síncronos y si dicho tanque no tiene la presión de arranque que necesita el generador este no podría funcionar tal, lo que afectaría ya que esto ayuda a compensar los reactivos y corregir el F.P.

3.2 Investigación del sistema de control de arranque y paro de los condensadores de forma manual.

Para la determinación de la secuencia lógica fue necesario la investigación de cómo están actualmente y poder ver como se encienden de manera manual, en el cual encontré un tablero donde los maquinistas llegan a encender los y apagarlos.

Es importante destacar que al estar de manera manual implica un trabajo extra y sobre todo un riesgo ya que por múltiples actividades o simplemente descuido los maquinistas pueden olvidar apagar el condensador y esto puede afectar el correcto funcionamiento de tal hasta llegar a quemarse.

Es por ello que se realizó la investigación de campo para poder determinar cuáles serán los elementos que se verán involucrados en la secuencia lógica y sobre todo ver el tablero en el que se encuentra de manera manual



FIGURA 3.2 TABLERO DE COMPRESORES

3.3 Análisis del software Pcs7 Siemens

El software Pcs7 Siemens es uno de los sistemas de control de procesos más destacados del mundo. Con él se pueden manejar, visualizar y modificar todos los procesos y operaciones. El sistema de instrumentación y control constituye la interfaz con el proceso, permite conducir de forma segura tanto el proceso como la propia planta y, al mismo tiempo, sirve de base de datos central desde la que se pueden detectar otros potenciales de optimización.

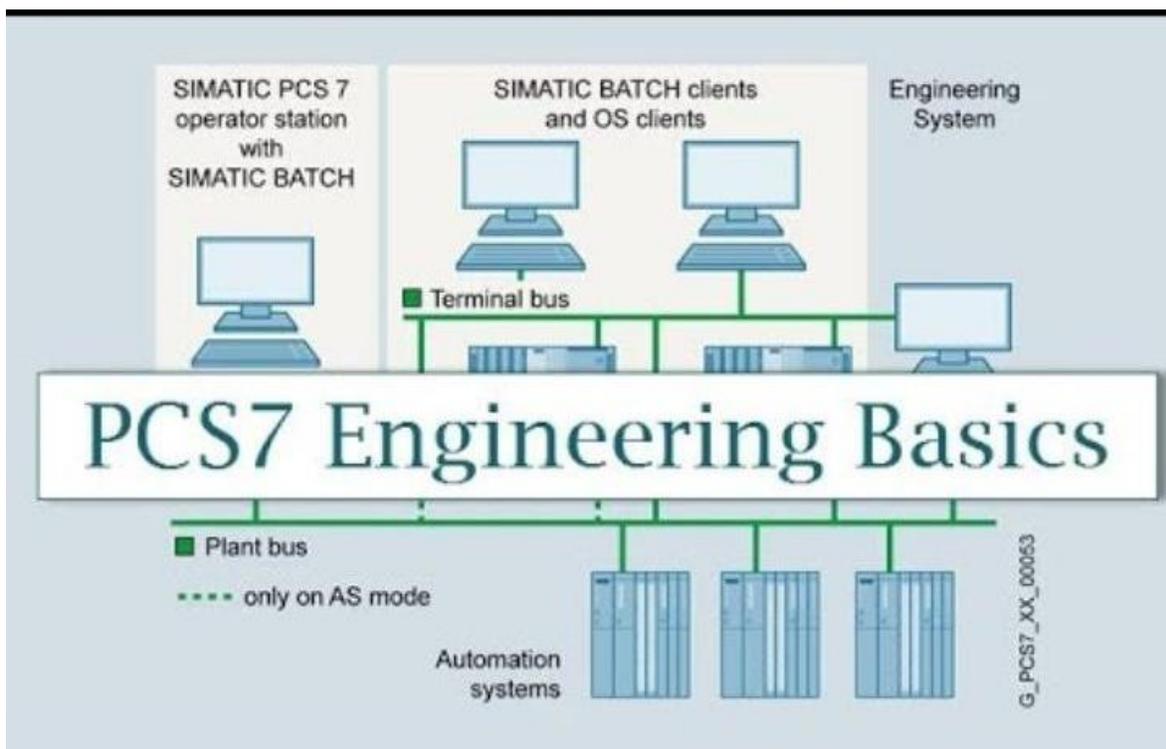


FIGURA 3.3 INICIO PCS7

Con la ayuda de este programa se realizó la secuencia de control (S.C), ya que es el programa con el que trabajan en la C.H. MMT. además de ser un programa sencillo de usar, esto con el fin de solucionar la problemática en dicha hidroeléctrica, cabe destacar que al iniciar un proyecto nuevo la hoja consta de cuatro secciones en donde podemos iniciar nuestra secuencia además que en la parte izquierda se encuentran los bloques ya registrados lo que nos facilita más el proceso.

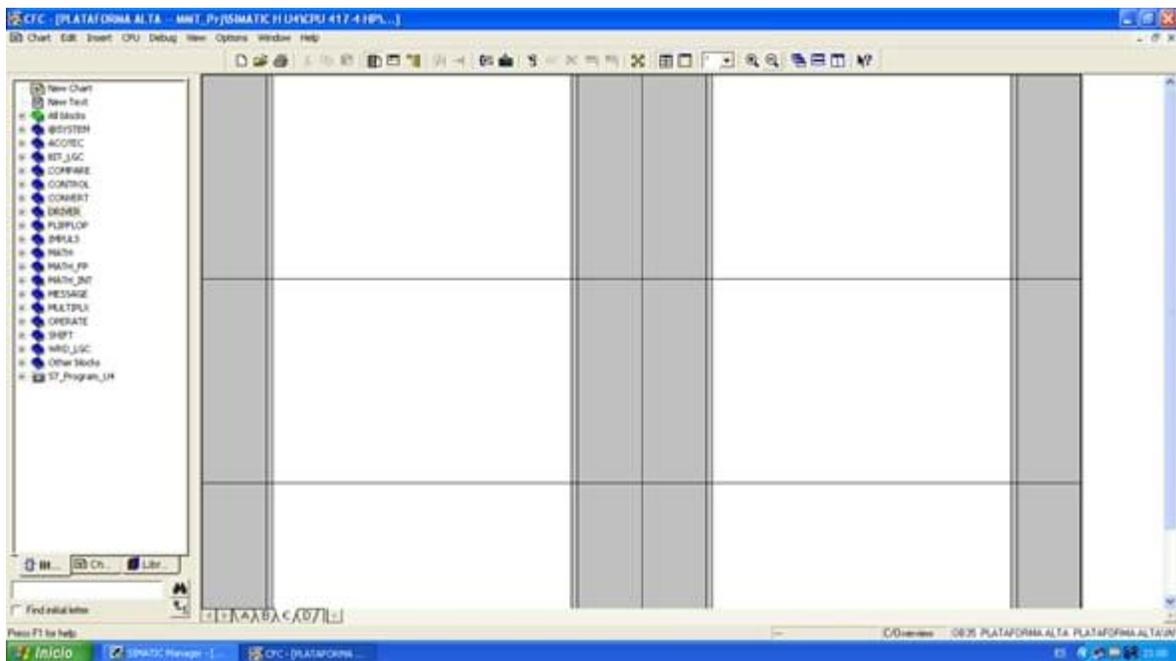


figura 3.3 1 HOJA DE PCS7

En la figura 3.3.1 se observa la hoja dividida en cuatro secciones donde podemos iniciar un nuevo proyecto con la ayuda de los bloques que se encuentran a lado izquierdo.

Es importante destacar que esta hoja se puede dividir en más secciones o bien se puede trabajar en otra hoja, esto nos permite un trabajo más organizado ya que con las diversas conexiones que se hacen puede ser un poco complicado distinguir dichas conexiones si todos los bloques se encontraran en una sola sección. Este programa es de la gama más completa que tienen Siemens ya que se trabaja a través de bloques y no circuito por circuito esto hace el trabajo un poco más fácil, aunque es más complejo en las conexiones.

3.4 Diseño de las secuencias lógicas

La realización de la secuencia lógica en el programa Pcs7 Siemens se realizó en seis secciones en las cuales se explica detalladamente el sistema de conexión con los compresores y el tanque además de los parámetros de seguridad que se ven implícito en dichas secuencias, Esto con el fin de facilitar el trabajo a los operadores y además evitar posibles daños.

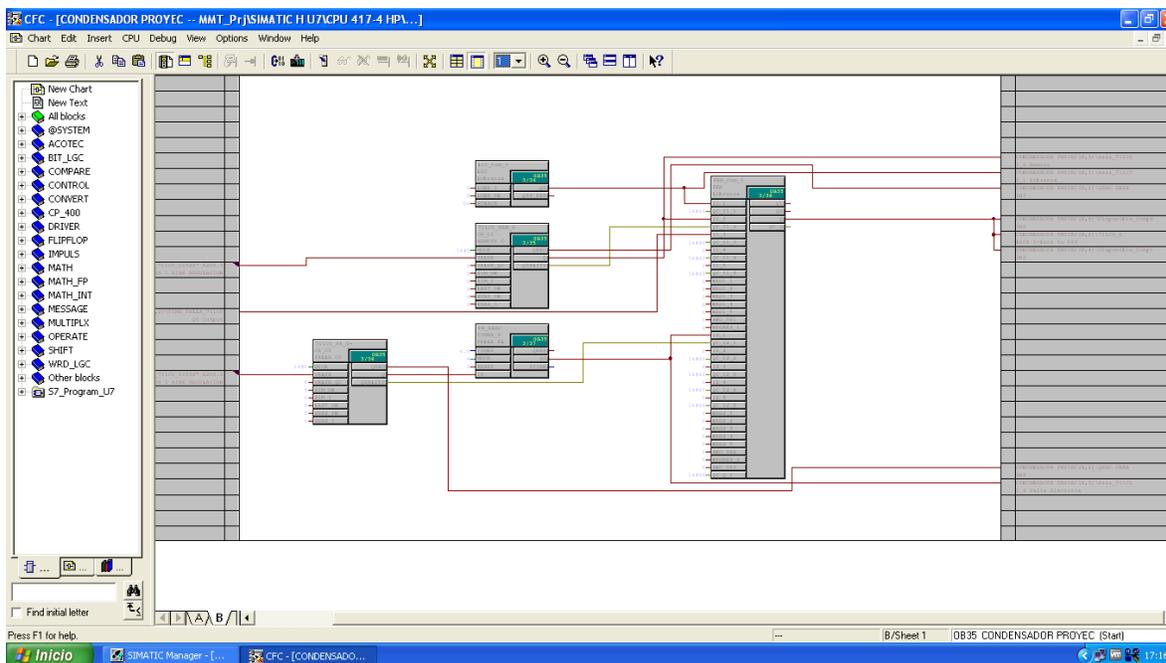


FIGURA 3.4 PRIMERA SECCION DE LA S.C

La figura 3.4 corresponde a la primera sección de la secuencia en la cual se observan cinco bloques que son el comienzo del proyecto en los cuales se encuentra la licencia, permisivo, remoto y dos bloques de fallas.

- I1_3, se encuentra conectado al bloque de timmer de falla en la salida Q0 este bloque se encuentra en la segunda sección de la secuencia de control este es como una función de impulso de encendido y apagado, pero con retardo es decir cuando no acciona de manera rápida al pedir que encienda o se apague.
- I2_1 esta entrada está conectada a QCdos bloques, en la salida Q0 del bloque de fallas eléctricas, como antes se mencionaba que el permisivo sirve como un candado donde no se permite manipular la maquina ya que se encuentra en mantenimiento es por lógica que debe estar conectado a un bloque de falla eléctrica. Además de estar conectado al bloque de mensaje en la entrada I4 este con el fin de alarmar de una falla en el sistema y por ende tiene que ser reparada.
- QC_I2_1, se encuentra conectada a la salida QUALITY del bloque de falla eléctrica, pero del compresor 1 como antes se mencionaba el sistema cuenta con dos compresores el cual se llaman el primario y el secundario cuando el primario presenta alguna falla entra en acción el secundario y por eso es importante esta conexión para verificar cual es el problema con este, este con el fin de mantener la presión adecuada en el tanque y que la unidad que pasara a condensador síncrono tenga la presión necesaria para poder trabajar.

Estas serían las conexiones de entrada del bloque de permisivo en la salida solo tenemos una conexión en una de sus salidas que conecta a tres de los bloques de nuestra secuencia de control.

- Q – OR: esta conexión va al grupo de motores que se tiene disponible, este bloque nos ayuda a ver que compresor se tiene disponible en este caso es solo para uno.
- Q – AND: está en la cuarta sección de la secuencia de control (S.C) esta sección sirve para escoger entre que compresor usar en este caso se encuentra conectado a la entra del condensador primario disponible.
- Q – LOCK: esta conexión pertenece al bloque del motor del compresor uno que se encuentra en la cuarta sección de la S.C, esta conexión sirve como bloqueo de apagado, lo que daría seguridad para no poder manipular lo ya que la maquina se encuentra en mantenimiento y esto evitaría riesgo a los trabajadores que por error lo quieran manipular.

Esta seria todas las conexiones correspondientes al bloque de permisivo de la primera sección.

La conexión del bloque de remoto cuenta con dos conexiones más en las entradas ya que en las salidas están conectados en el permisivo como se describió con anterioridad.

- **MODE- MODE CHANEL:** esta conexión nos sirve para la sincronización de las maquinas a usar, para que pueda haber una comunicación entre ellas todas deben de estar conectadas un mismo canal para que el PLC pueda ser controlado.
- **VALUE** está conectado al compresor uno que pasa de remoto a local para poder controlar lo también de manera manual.

Estas serían las conexiones que están en el bloque de remoto.

El bloque de falla de compresor 1 cuenta con dos conexiones en el lado de entradas y tres en las salidas, aunque una de las salidas ya fue descrita ya que está conectada al permisivo describiré cada una de las conexiones restantes:

- **MODE** va conectado a la entrada dos del bloque de canal con el que se trabaja para tener comunicación entre cada uno de los bloques.
- **VALUE:** está se conecta a dos tarjetas en las que se ve el estado del compresor una se encarga de ver si está funcionando de manera normal y la otra si tiene fallas.

Esto comprendería a las entradas del bloque, con respecto a las salidas serían las siguientes:

- **QBAD** se encuentra conectada a una de las entradas del bloque de la sección dos de la S.C que es la que se encarga de valorar el mal proceso de los compresores o bien el bloque que recibe la información del mal proceso.
- **Q – I0** esta conexión está en el bloque de falla eléctrica en la cual permite avisar que se encuentra en mal estado el compresor y que puede comprender a una falla eléctrica lo cual será registrado en este bloque

Estas las conexiones con respecto a este bloque que es importante destacar que este bloque nos ayuda a prevenir daños tanto al personal como a las maquinas.

El último bloque de esta sección es el de falla eléctricas el cual ya se describió con anterioridad ya que se encuentra conectado al permisivo y al de fallas del compresor.

La segunda sección se compone del motor de el compresor primario además del arranque automático y paro, cuenta con un total de ocho los cuales son bloques de fallas y timmer de retardo de arranque.

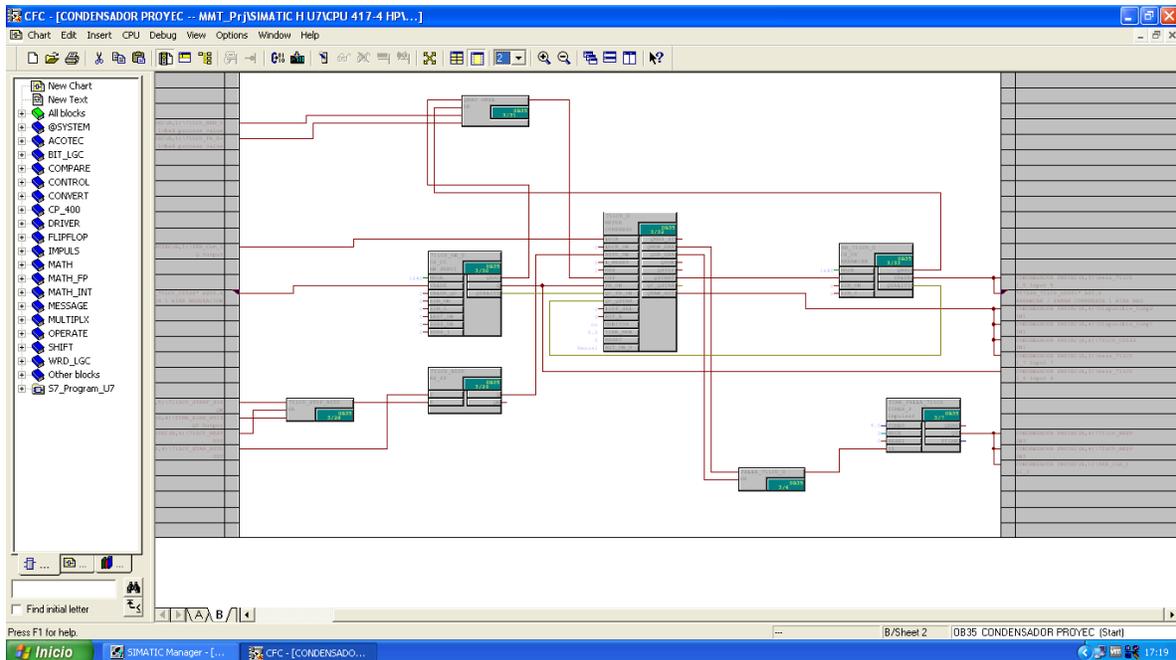


FIGURA 3.4.2 SEGUNDA SECCION DE LA S.C

En la figura 3.4.3 se puede observar los ocho bloques antes mencionados de los cuales describiré primero la conexión de los bloques del lado izquierdo, es importante destacar que esta sección es importante, ya que con ella se enciende el compresor, además en estos bloques se coloca el valor con el que trabajarán los compresores cuales son los rangos de operación para que encienda de manera automática.

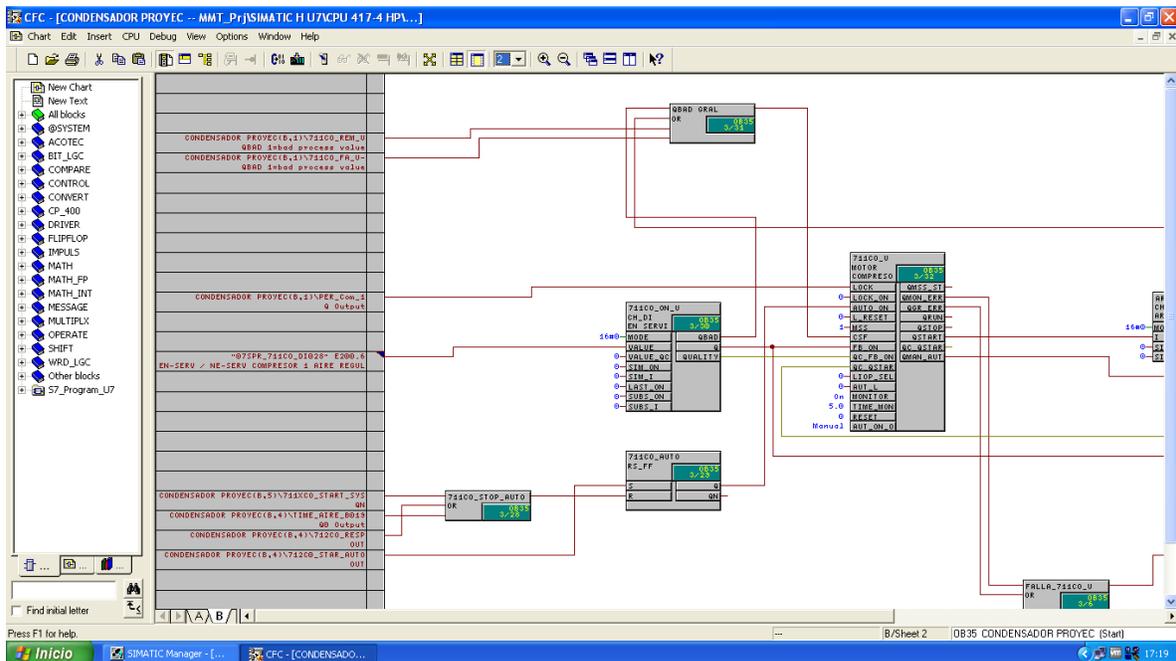


FIGURA 3.4.3 PRIMERA PARTE DE LA SEGUNDA SECCION

Esta figura 3.4.3 se puede observar algunas de las conexiones que pertenecen a la segunda sección las cuales describiré.

En el bloque uno que es el principal podemos ver las siguientes conexiones:

- IN1-QBAD que corresponde a la salida del bloque que indica que esta en servicio el compresor 1.
- IN2-QBAD que corresponde a la salida del bloque de arranque.
- IN3-QBAD está conectado al bloque de remoto que fue descrito en la primera sección de la S.C.

En la parte de salida tiene las siguientes conexiones:

- O-CSF este va conectado al motor del compresor uno, ya que este bloque corresponde a una manera general del área del arranque tanto manual como automática.

El segundo bloque corresponde cuando está en servicio en servicio el compresor uno y tiene las siguientes conexiones, en el área de entradas están:

- MODE- CHANNEL 6: Esta conexión es importante para que estén sincronizado con los operadores y puedan manipular desde la sala de operación.
- VALUE: está conectada a las tarjetas que se dieron de alta con anterioridad para la comunicación entre todos los elementos.

En la parte de salida tiene tres conexiones, una de ellas fue descrita, ya que está conectado con los bloques de la primera sección de la S.C, las siguientes conexiones son:

- QUALITY- QC_FB_ON: corresponde al bloque del motor del compresor.
- Q- FB_ON: corresponde al motor del compresor uno y al bloque de mensaje en la entrada I6, este con el fin de notificar que está en servicio dicho compresor.

Estas son las conexiones correspondientes al segundo bloque. El tercer bloque corresponde al automático de dicho compresor, este con el fin de que el compresor encienda si la presión es menor a sesenta PSI y las conexiones son las siguientes en la parte de entradas:

- S- Este se conecta a la salida del bloque que corresponde al arranque automático de la bomba correspondiente.

- R- se conecta a la salida del bloque de paro en automático esta con la finalidad de que cuando llegue a la presión requerida se apague en automático.

En el área de salidas solo tiene una conexión que es fundamental, ya que va a la entrada AUTO ON en el bloque del motor del compresor, estas serían todas las conexiones correspondientes al bloque antes mencionado.

El siguiente bloque a describir corresponde al paro automático, el cual cuenta con tres conexiones en la parte de entradas y una en la de salidas que ya fue descrita en el bloque anterior las conexiones son las siguientes:

- IN1-QN: esta corresponde al bloque de arranque del sistema de compresores, este bloque se encuentra en el área de arranque de los dos compresores.
- IN2: va conectado a tres bloques que están en el área de compresores, la primera conexión va a IN3 del bloque del compresor uno disponible y orden de arranque, OUT esta conexión sirve de alternativa, ya que si el compresor uno presenta algún tipo de falla entraría en acción el compresor dos, y la última conexión sería en IN2 del bloque de arranque de bomba.
- IN3-Q0: esta corresponde a una de las salidas del bloque que sirve como tiempo de paro del compresor dos seleccionados.

En el bloque del motor del compresor uno cuenta con siete conexiones en la parte de la entrada, aunque muchas de ellas ya fueron explicadas, ya que están conectadas con los bloques anteriores, es por ello que solo se describe las conexiones que no se han mencionado.

- QC_QSTART- QUALITY: está corresponde a la salida del bloque de arranque del compresor uno

En la parte de la salida tiene las siguientes conexiones:

- QMON_ERR- IN1: este va a la entrada del bloque de fallas.
- QGR_ERR_IN2: que de igual forma corresponde al bloque de fallas.
- QSTART- I: este corresponde a la entrada de arranque del compresor uno.

- QMAN- AUT: Va conectado a una de las entradas de los compresores en automático.

Estas conexiones corresponden al bloque del motor, además el conjunto de todas las conexiones corresponde a más de la mitad de la segunda sección de la S.C. en la siguiente figura 3.4.4 se puede apreciar la última parte de las conexiones de dicha sección.

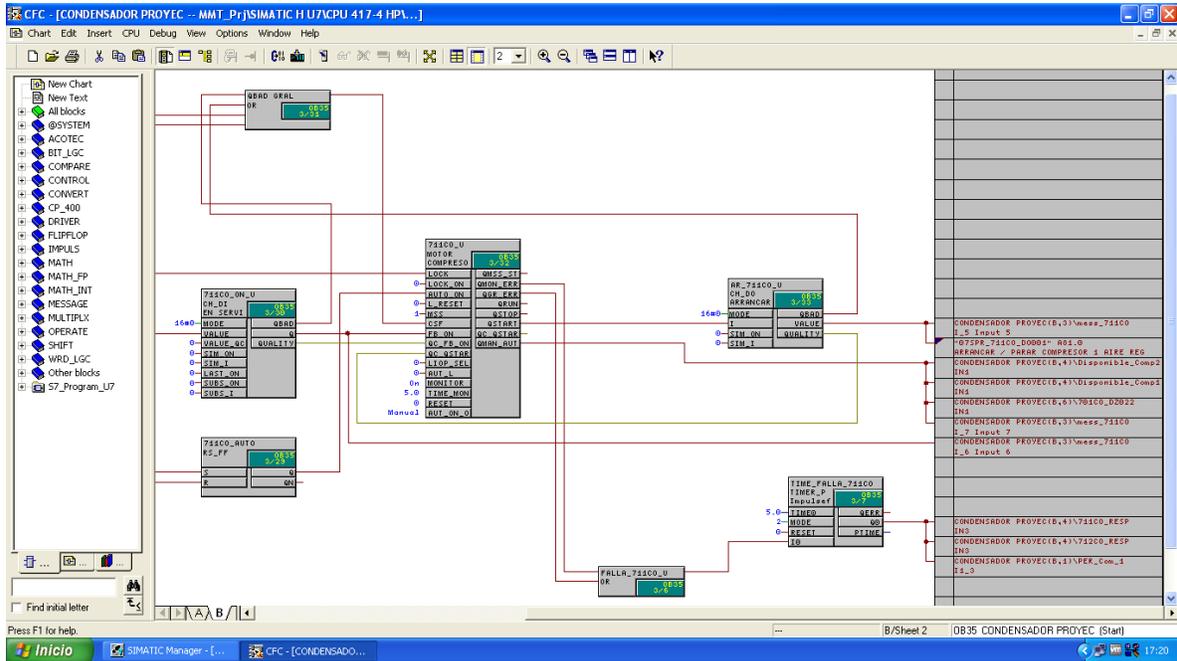


FIGURA 3.4.4 SEGUNDA PARTE DE LA SEGUNDA SECCION

Por ultimo nos quedan tres bloques de dicha sección, aunque muchas de dichas conexiones fueron descritas, porque están conectadas con los bloques de la primera sección o bien de la primera parte de la segunda sección, comenzare con el bloque de arranque de compresor uno.

El cual cuenta con dos conexiones en la parte de entradas las cuales ya fueron descritas y en la parte de la salida cuentan con tres conexiones las cuales dos de ellas ya fueron mencionadas.

- VALUE- está conectada al bloque de mensaje y a las tarjetas de arranque.

El siguiente bloque es el de timmer de fallas el cual está conectado a:

- IO- OUT: este corresponde al bloque de fallas.

- Q0- va conectado a una de las entradas del permisivo y al arranque del compresor dos por fallas del compresor uno.

Y por último está el bloque de falla que fue descrito ya que solo tiene tres conexiones y está con los bloques anteriores. Esto correspondería a las conexiones totales de la segunda sección de la S.C lo que da paso a la descripción de la tercera sección.

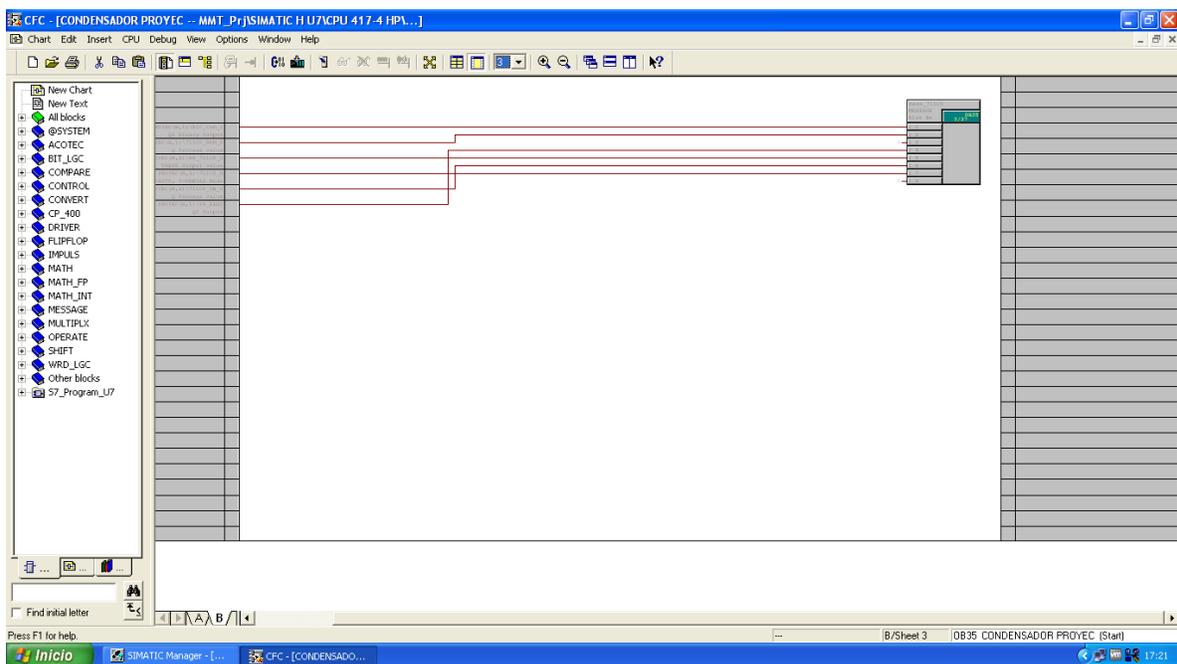


FIGURA 3.4.5 TERCERA SECCION DE LA S.C

En la figura 3.4.5 se puede observar la conexión del bloque de mensajes, este bloque esta con la finalidad de emitir mensajes en las pantallas de fallas o bien cuando está en función alguno de los dos compresores o bien si alguno de ellos está en mantenimiento lo que impediría poder utilizarlo. Este bloque ya fue descrito cada una de sus conexiones.

En la cuarta sección podremos encontrar el área de los compresores.

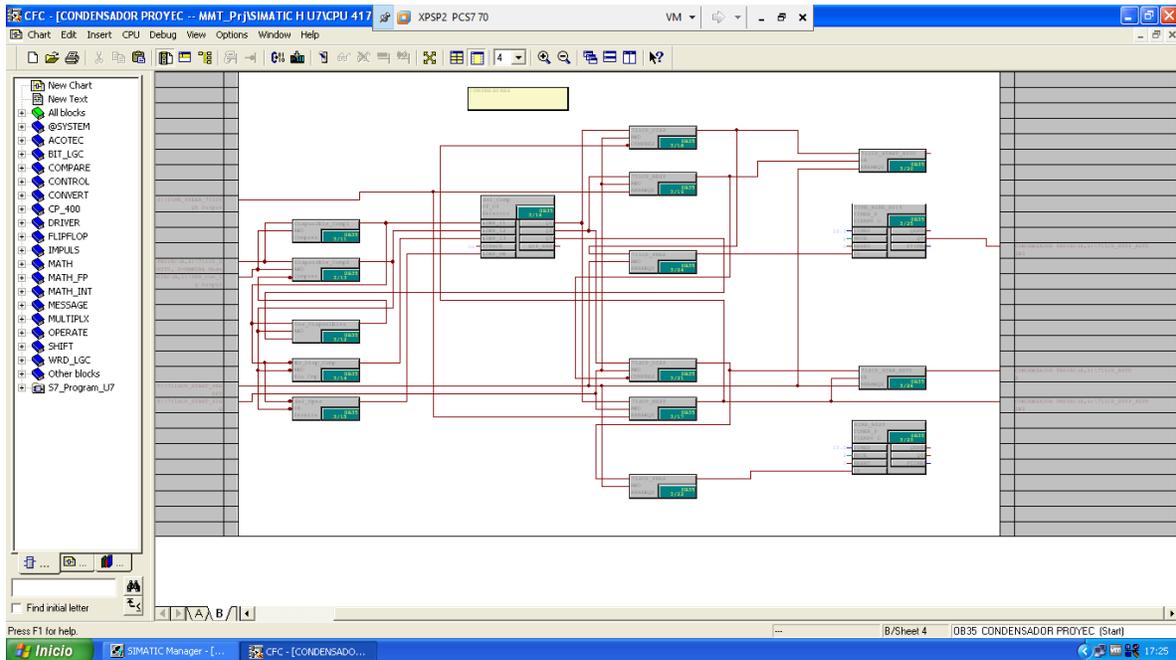


FIGURA 3.4.6 CUARTA SECCION DE LA S.C

En la figura 3.4.6 podemos observar que esta sección se comprende por dieciséis bloques de los cuales los describiré en dos partes. Ya que en la primera figura no se puede observar bien las conexiones que tiene entre sí, esto con el fin de describir bien ya que es la parte más importante de la S.C, porque es el área de los compresores que se tiene y como deben de estar conectados, los parámetros con los que trabajan.

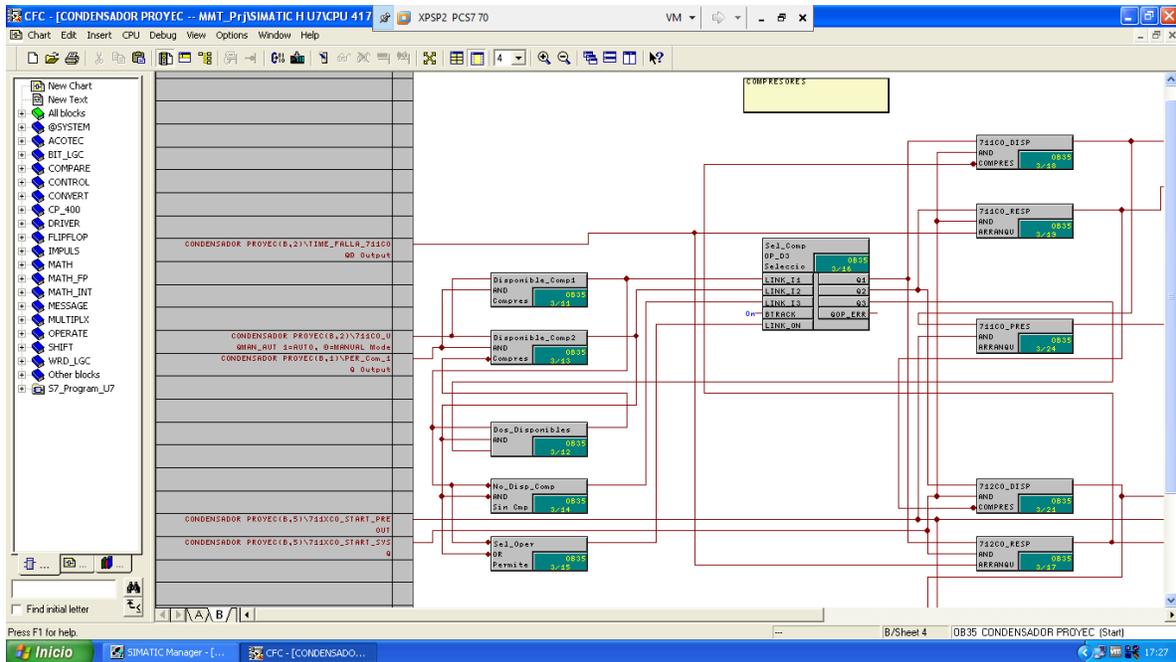


FIGURA 3.4.7 PRIMERA PARTE DE LA CUARTA SECCION

Comenzare explicando el bloque del compresor uno disponible que cuenta con dos entradas y una salida, en las entradas las dos se encuentran conectadas a los bloques de las secciones anteriores y en la salida se encuentra conectada:

- OUT- LINK I1: que se encuentra localizada en el bloque de selección de compresor este bloque nos ayuda para elegir con cuál de los dos compresores queremos trabajar o bien si uno de ellos tiene falla poder elegir el secundario o viceversa.

El segundo bloque corresponde a compresor dos disponible que de igual forma que el compresor uno las entradas ya están descritas ya que su conexión es con los bloques anteriores y su salida está conectada a LINK-I2 del bloque de selección de compresores.

El siguiente bloque corresponde cuando los dos están disponibles y cuentan con tres conexiones en las entradas y una en la salida:

- IN1- LINK1: Esta conexión tiene el fin de que el operador pueda elegir que compresor quiere que trabaje es por eso que comparte la conexión con el compresor uno, además de compartir conexión con el bloque de sin compresores disponibles y el que permite la selección de compresor por el operador.
- IN2- LINK2: De igual forma que la conexión anterior este nos permite entre que compresor queremos usar, además que comparte conexión con los bloques que posteriormente describiré.

Y en la salida cuenta con la siguiente conexión:

OUT- IN3: Que pertenece al bloque de compresor dos disponible.

Los bloques de compresor no disponible y selección de compresores por operador en la salida están conectados a una de las entradas del bloque de selección de compresor.

El siguiente bloque a describir corresponde al de selección de compresores es importante destacar que la parte de las entradas ya fueron descritas, por lo cual solo describiré las salidas:

- Q1- Está conectado a dos bloques que serían IN1 que corresponde al bloque del compresor uno disponible y orden de arranque y la segunda conexión sería IN1, pero del bloque de arranque de compresor dos por falla del compresor uno.
- Q2- Es similar a las conexiones anteriores solo que viceversa, ya que está en IN1 del bloque de arranque de compresor uno por falla del compresor 2 y la otra en IN1 de compresor dos y orden de arranque.
- QOP-ERR-IN3: Del bloque los dos compresores disponibles.

El bloque del compresor uno disponible cuenta con tres entradas y una salida de las cuales dos de las entradas ya fueron descritas por lo cual solo una se describirá:

- IN3- OUT: Corresponde al arranque del compresor uno y su salida va conectada a la entrada de IN1 del bloque de arranque de compresor uno por presión.

El bloque de arranque de compresor uno por falla del compresor dos, cuenta con tres conexiones en la parte de la entrada y una en la salida, las cuales fueron descritas anteriormente, es importante destacar que este bloque sirve como una alternativa si el compresor secundario no funciona entonces el primario debe accionar.

También es necesario tener un bloque que tiene por nombre o bien función arrancar compresor uno por presión, el cual cuenta con dos entradas y una en la salida:

- IN1-OUT: Del bloque del compresor uno y orden de arranque que fue descrito y a IN1 a la entrada del arranque automático de la bomba.
- IN2- Esta se conecta a la salida del bloque de arranque por baja presión este bloque nos ayuda a que el compresor encienda cuando la presión sea menor a sesenta PSI.

El cuarto bloque es con referencia al segundo compresor el cual indica que está a la orden para arrancar, para dicha función cuenta con tres conexiones en la entrada y una en la salida, la cual una de ellas fue descrita anteriormente por lo que queda:

- IN2- Q: Del bloque de arranque de sistema de compresores y a IN2 del bloque de arranque por baja presión.
- IN3-IN2: Que corresponde al bloque de paro automático, pero del compresor dos en este caso deben parar cuando la presión llegue a ochenta PSI.

También se agregó un bloque que corresponde al arranque del compresor dos por falla del compresor uno, el cual tiene cuatro conexiones en total las cuales son:

- IN1-Q1: Que pertenece al bloque de selección de compresores.
- IN2- Este se encuentra conectado al sistema completo de arranque de los dos compresores.
- IN3- QO: Que es la salida de retardo de impulso de on/off del bloque de timer de fallas.
- OUT- IN2: Del bloque de paro automático

Y el último bloque de la cuarta sección, pero de la primera parte es el de arranque de compresor dos por baja presión tiene las siguientes conexiones.

- IN1-IN1: Del bloque de arranque automático de la bomba.

De igual forma la entrada IN2 va conectada al mismo bloque solo que en IN3.

Y la conexión OUT va a IO del bloque de tiempo de paro del compresor dos.

Estas serían algunas de las conexiones de la primera parte de la cuarta sección de la S.C., cabe mencionar que sería la parte central de todas las conexiones ya que en estas se encuentran los compresores y sobre todo el bloque de selección de operadores, además de contar con el de alternativa si alguno de ellos presenta falla o en el peor de los casos que no estén disponible ninguno de los dos.

En la segunda parte de la sección solo se describen cuatro bloques que son los de arranque.

En la siguiente figura 3.4.8 corresponde a los últimos cuatro bloques de esta sección, donde corresponden a bloques de arranque donde dos son de los compresores y los otros dos son timer para el paro de dichos compresores.

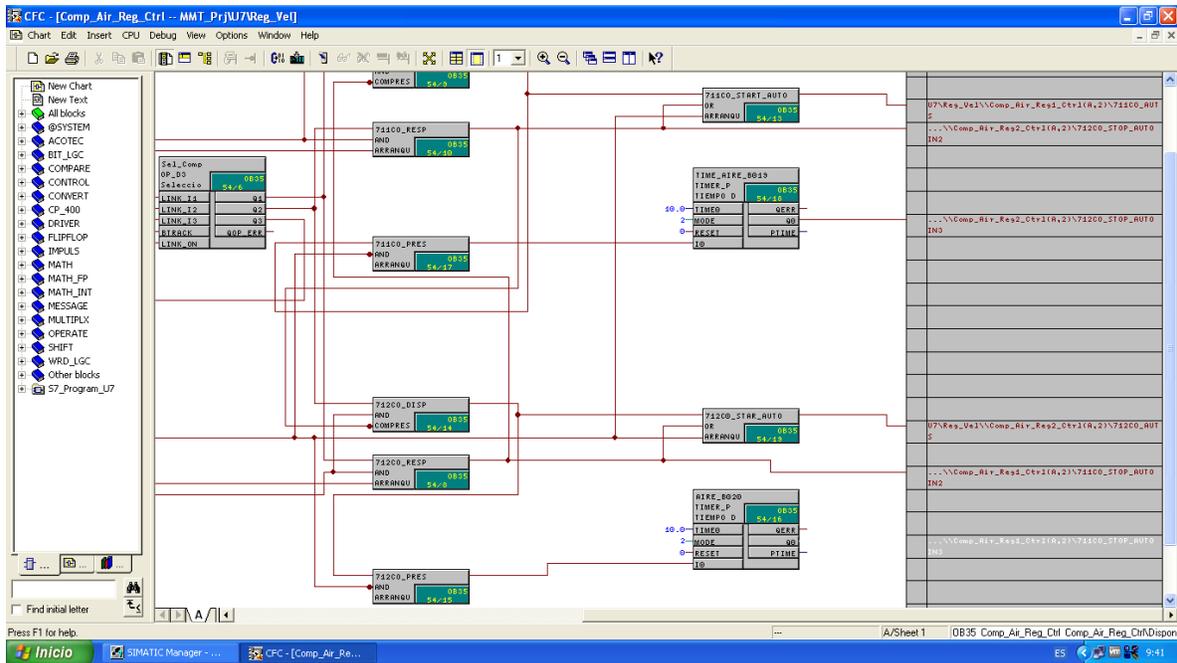


FIGURA 3.4.8 SEGUNDA PARTE DE LA CUARTA SECCION

El primer bloque a describir es el de arranque automático del compresor 1(AAC1).

El cual tiene cuatro conexiones de los cuales tres están en las entradas y uno en la salida, las conexiones son las siguientes:

- IN1-OUT Compresor uno disponible y orden de arranque (C1DOA), además se conecta a IN1 del bloque de arranque de compresor uno por presión (AC1P). Estas conexiones son indispensables, ya que este bloque corresponde al arranque automático como ya lo mencionaba anteriormente deberá encender cuando la presión sea menor de 60 PSI.
- IN2-OUT Del arranque de compresor uno por falla del compresor dos (AC1FC2) y al IN3 del compresor dos disponible y orden de arranque (C2DOA) además de estar conectado al IN2 del paro automático del compresor dos, esta conexión sirve como una segunda opción por si el compresor uno presentara alguna falla.

- IN3- Esta conexión corresponde a los dos compresores, esta conexión es importante ya que nos da la opción entre los dos compresores.
- OUT-S Corresponde al bloque de automático del compresor uno

El siguiente bloque corresponde al tiempo de paro del compresor 1 (TPC1), este bloque nos permite el paro automático del compresor uno que de igual forma el compresor dos el límite de presión es de 80 PSI, por lo cual este bloque tiene dos conexiones las cuales son:

- IO-OUT Arranque de compresor uno por presión (AC1P) es importante mencionar que solo está conectado al compresor un, es porque es el timer de dicho compresor.
- Q0-IN3 esta conexión corresponde al paro al bloque de paro automático, ya que de manera automática debe encender también debe apagarse al llegar a la presión deseada.

El siguiente bloque corresponde al arranque automático del compresor dos (AAC2), el cual cuenta con cuatro conexiones las cuales son las siguientes:

- IN1-OUT Del bloque del compresor dos disponible y orden de arranque, además de estar conectado a IN1 del arranque de compresor 2 por presión (AC2P), como se puede apreciar estas conexiones son indispensables ya que una de las conexiones se encuentra en la salida del primer bloque y la segunda conexión sería en la entrada.
- IN2-IN3 Del compresor uno disponible y orden de arranque, esta conexión es la que emite una señal en la entrada para informar el arranque de dicho compresor. Además, cuenta con otra conexión en la salida del bloque de arranque de compresor dos por falla del compresor uno, al ser este un bloque de arranque debe tener las dos opciones por cualquier contingencia que presente el primer compresor.
- IN3-IN2 Esta conexión corresponde al arranque de compresor uno por presión, esto sería que el compresor debe de encender lo antes posible para llegar a la presión adecuada, además de estar conectado a IN2 del arranque de compresor dos por presión y IN3 de arranque automático del compresor uno.

- OUT-S Esta conexión corresponde al bloque de automático del compresor uno, ya que cada uno de los compresores debe tener un bloque correspondiente para que esta S.C funcione adecuadamente.

El último bloque corresponde al bloque de tiempo de paro de compresor dos (TPC2), como bien se sabe después de encender de manera automática se espera lo mismo al momento de apagar y es por ello que es indispensable este bloque que realice. Por lo que dicho bloque cuenta con dos conexiones las cuales son las siguientes.

- I0-OUT Corresponde al arranque del compresor dos como lo mencionaba anteriormente esta debe estar conectada a dicho compresor para que se pueda apagar de manera automática después de llegar al valor deseado.
- Q0-IN3 Corresponde al paro automático de dicho compresor.

Estas conexiones correspondían a la cuarta sección de la S.C y una de las más imprescindibles ya que se trataba de los compresores y las señales de encender y apagar que la causa principal para desarrollar dicho proyecto.

La siguiente figura corresponde a los bloques de la quinta sección el cual es el sistema de arranque de los dos compresores, cabe mencionar que en esta sección se envían las señales de arranque por lo que lo hace una de las partes más importantes.

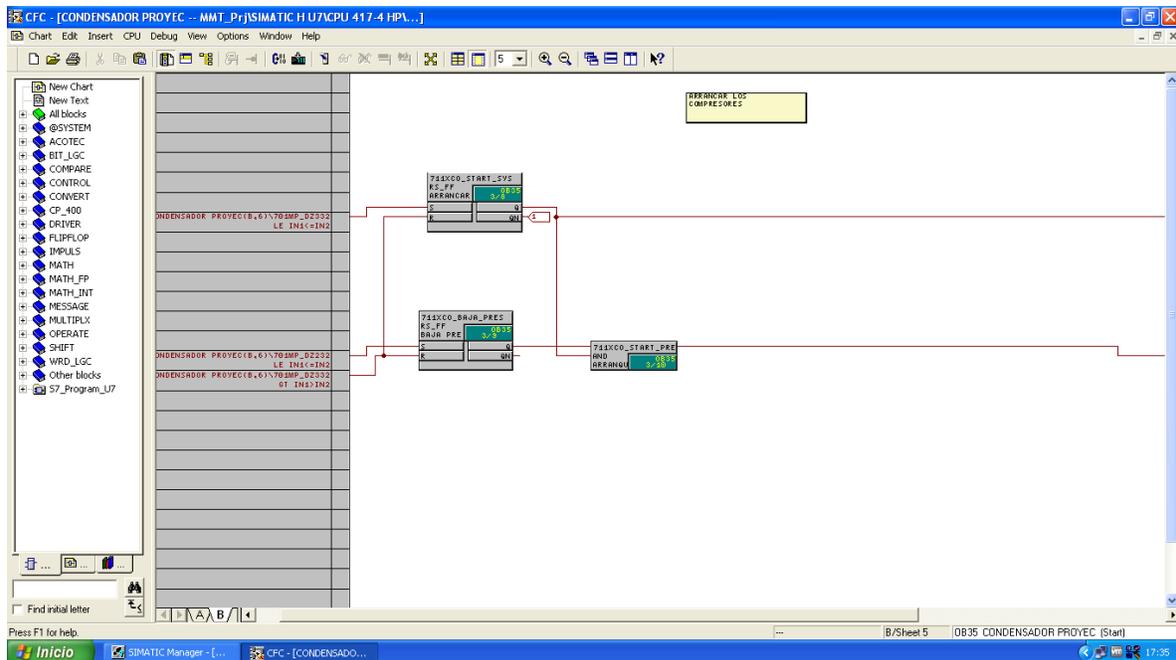


FIGURA 3.4.9 QUINTA SECCION DE LA S.C

En la figura 3.4.9 Se puede apreciar tres bloques correspondientes de los cuales el primero a describir es el arranque del sistema de compresor (ASC). Este bloque cuenta con ocho conexiones las cuales son las siguientes:

- S-LE Que corresponde al bloque que lleva por nombre presión baja de la primera etapa, esto con el fin que encienda en cuanto llegue la, señal que la presión es demasiado baja.
- R-GT Que corresponde a la presión del tanque de aire comprimido normal, además de estar conectado a la entrada R del bloque de baja presión de aire que uno de los factores por el que deben encender.
- Q se conecta con cinco bloques las cuales son las siguientes.
- Q-IN2 Corresponde al bloque (C1DOA) esta conexión por lógica debe estar unida al sistema de arranque.
- Q-IN2 Esta conexión es la que nos sirve como una alternativa, ya que si el compresor uno no está disponible se puede usar el otro, ya que se encuentra conectado en el bloque (AC1FC2).
- Q-IN2 Corresponde al bloque C2DOA este bloque nos proporciona la información que el compresor dos está disponible para arranque.

- Q-IN2 De igual forma que la segunda conexión, nos sirve como alternativa, ya que si el compresor dos no está disponibles se podría usar el compresor uno.
- Q-IN2 Esta conexión va al bloque de arranque por baja presión de aire. Que es el factor más importante por el cual se realizó esta S.C.

El siguiente bloque corresponde a baja presión de aire (BPA) la cual cuenta con tres conexiones las cuales son las siguientes:

- S-LE Que corresponde al bloque de baja presión en la segunda etapa, como la función es la presión baja es por eso que esta conexión es indispensable para el funcionamiento de los compresores.
- R-GT Esta conexión se dirige al bloque de presión del tanque de aire comprimido normal.
- Q-IN1 Corresponde al bloque de arranque por baja presión de aire, como antes lo mencione este bloque sirve para determinar si la presión es muy baja y por lo tanto debe encender los compresores.

El último bloque de esta sección corresponde al arranque por baja presión de aire (ABPA), este bloque cuenta con un total de seis conexiones de las cuales dos de ellas fueron descritas con los bloques anteriores, por lo que en las salidas tiene las siguientes conexiones:

- OUT-IN2 Corresponde al bloque AC1P ya que este bloque está diseñado para determinar la baja presión por eso es necesaria esta conexión es por ello que esta con el bloque de arranque
- OUT-IN2 Corresponde al bloque AC2P de igual forma que la primera conexión es necesario que se conecte con el compresor dos.
- OUT-IN3 Corresponde al bloque AAC1, ya que la presión es demasiado baja debe encender de manera automática, para el funcionamiento de las unidades y puedan convertirse en compresores.

- OUT-IN3 Corresponde al bloque AAC2, cabe mencionar que este bloque debe tener la conexión automática de los dos compresores, ya que si alguno presenta fallas puede usar el otro.

Como antes mencione esta sección contaba con tan solo tres bloques que es el sistema de arranque esta parte es fundamental para que dichos compresores enciendan y se apaguen de manera automática.

En la siguiente figura 3.4.10 es la sección número seis y es la última de la S.C, en ella se encuentran los bloques que determinan la presión que tiene el tanque de la segunda etapa y es el que emite el mensaje para que los compresores encienda las cuales sus conexiones ya fueron descritas con anterioridad por lo que solo mostrare la figura... para observar los bloques y sobretodo nombrar los.

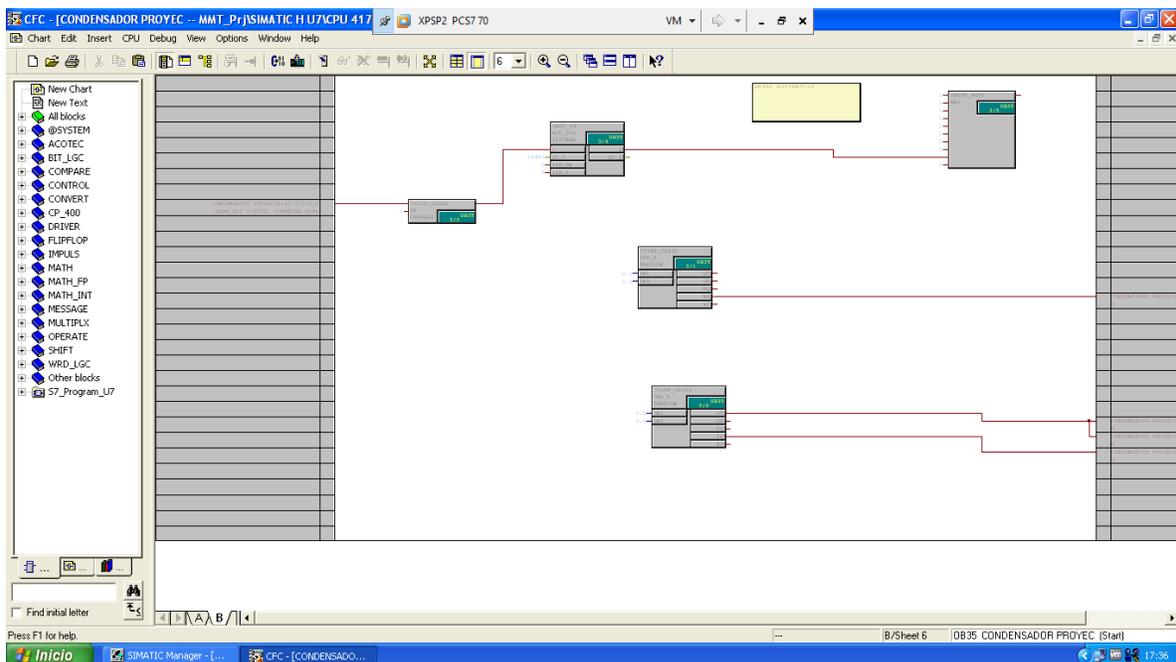


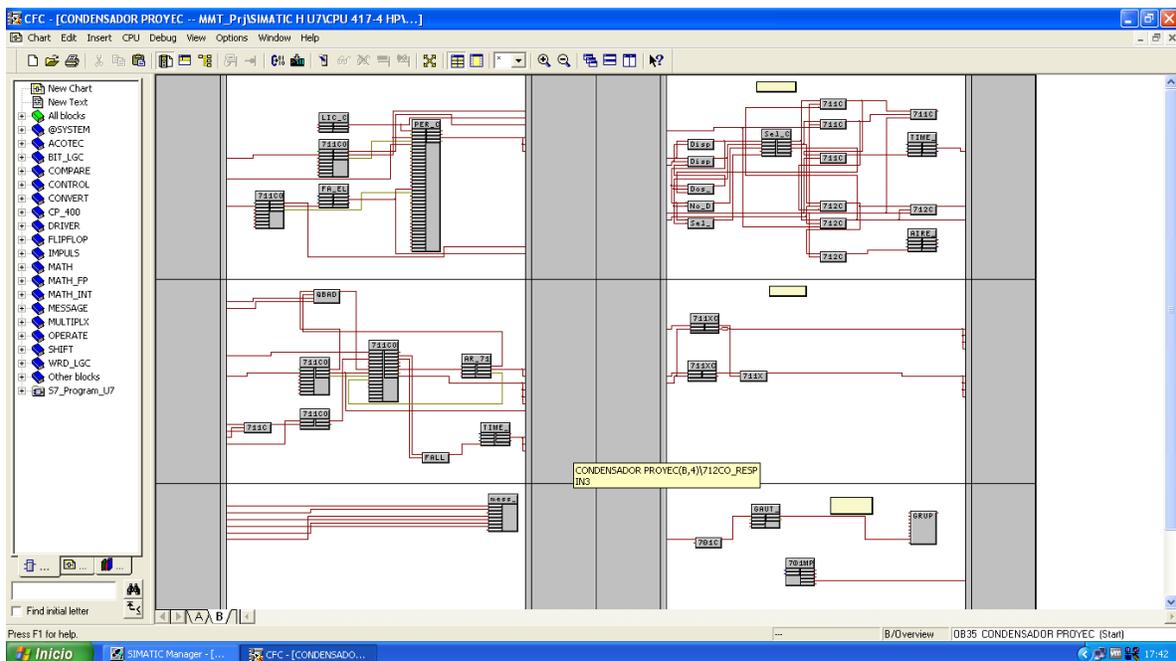
FIGURA 3.4.10 SEXTA SECCION DE LA S.C

Con esta sección termina la S.C cabe mencionar que estos bloques solo sirven para determinar la presión que se necesita para el correcto funcionamiento de los condensadores de la segunda etapa.

4. Resultado y Conclusión

4.1 Resultado

Se presenta los resultados de la secuencia de control terminada, además de capturas de la simulación en wincc de los compresores, esto con la finalidad de mostrar que la secuencia lógica está bien y no presento ningún error.



se encontraban de manera manual por lo que eran un trabajo pesado y además un tanto riesgoso para los equipos como para los trabajadores.

En la siguiente figura se observa la pantalla de inicio de la simulación ya que para determinar si la secuencia era correcta se realizó una simulación en una máquina de CFE llamada PG esta máquina es exclusiva del personal del departamento de Control e Instrumentación de la C.H MMT.

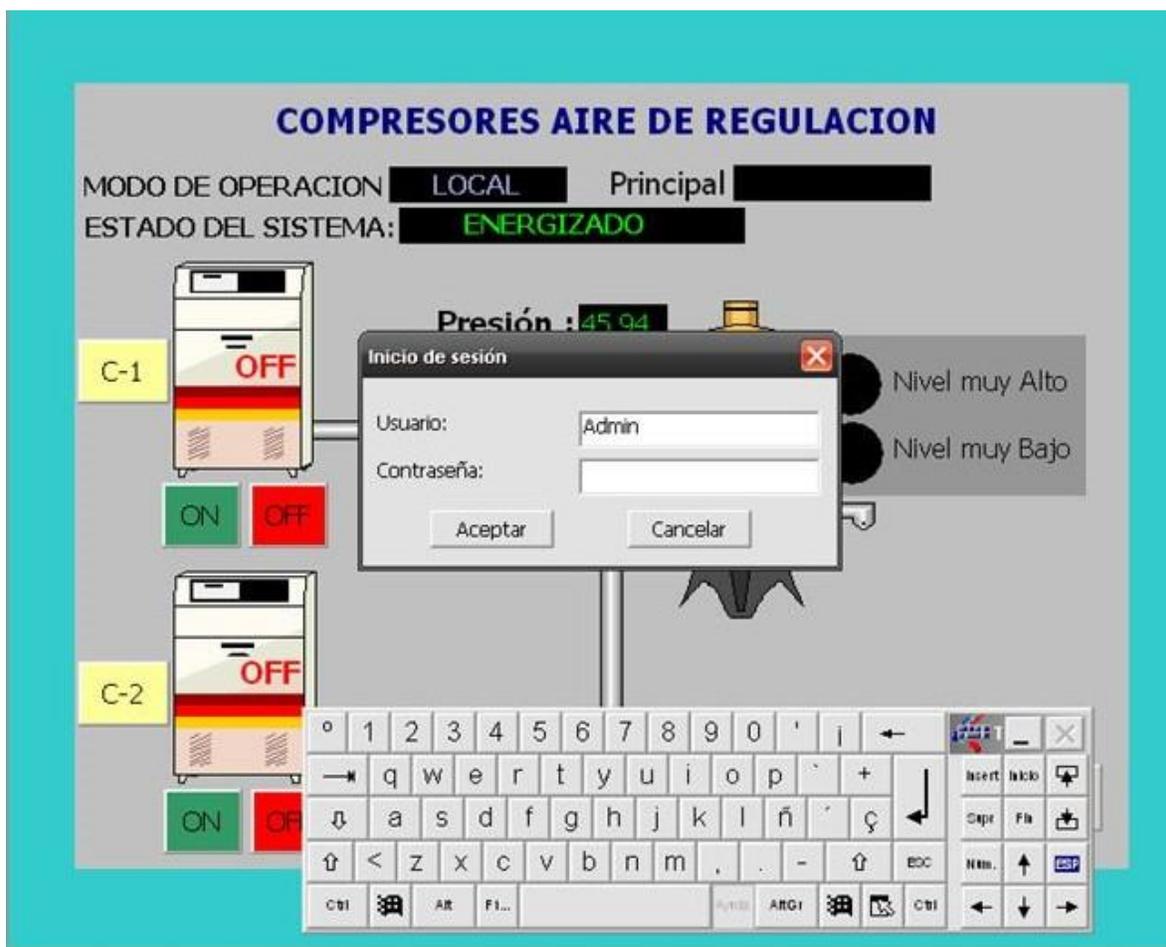


FIGURA 4.1.2 PANTALLA PRINCIPAL DEL CONTROL DEL SISTEMA

Cabe mencionar que estas capturas fue descargada de un sitio web misma recomendación de personal de dicha empresa ya que por políticas de dicha empresa y por motivos de un permiso o licencia no se pudo realizar simulación en la maquinas principales de dicha central. En esta

figura nos muestra el momento en el que se inicia sesión para proceder hacer la simulación correcta.

En la siguiente figura 4.1.2 se puede apreciar la pantalla principal del control del sistema.

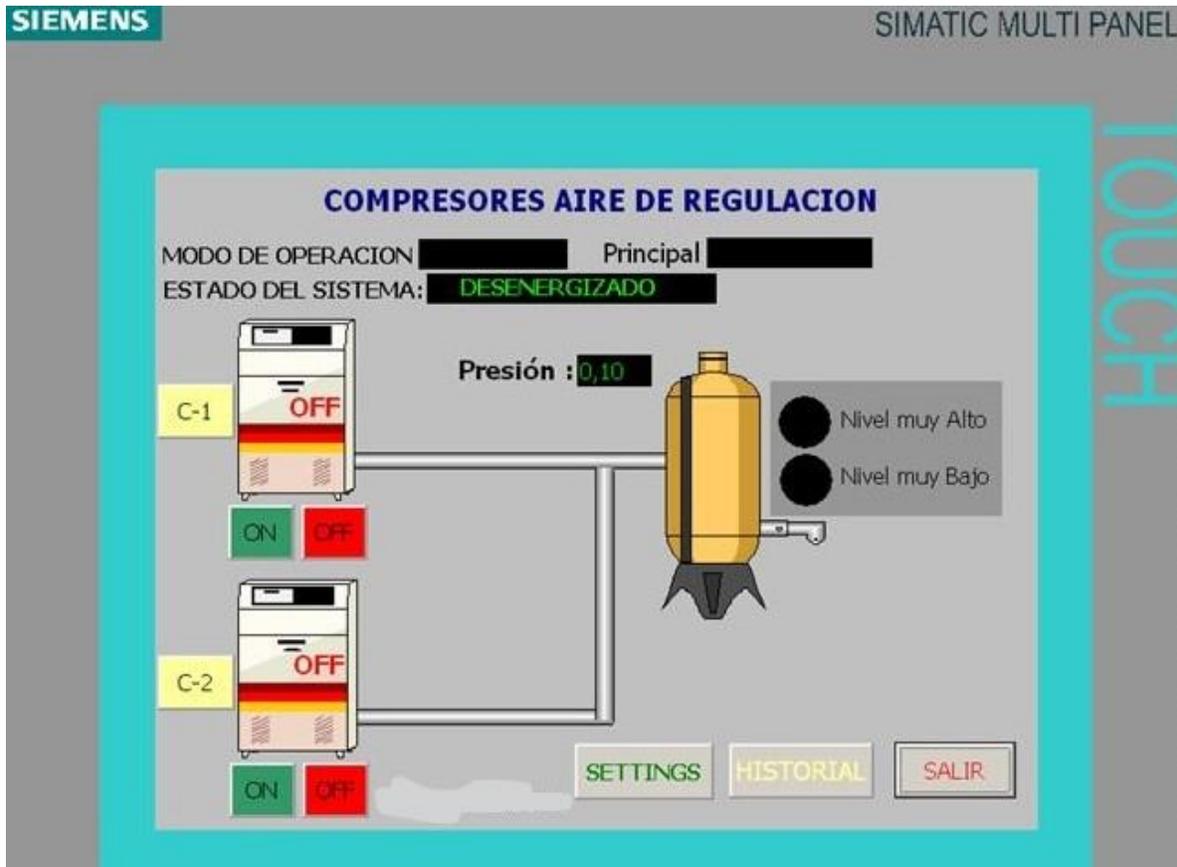


FIGURA 4.1.3 CONTROL DEL SISTEMA

En esta figura 4.1.3 es el control del sistema del cual se pueden generar ajustes acerca de los parámetros y los márgenes con los que trabajarán dichos compresores. Cabe mencionar que por protocolo de dicha central no se me permitió dichas capturas ya que se requiere una licencia para dicha simulación al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Es por ello que la simulación se hizo en dicha máquina.

El resultado obtenido en dicha S.C fue el que se esperaba desde el comienzo para poder realizar un trabajo más eficiente y sobre todo práctico.

4.2 Conclusión

Considerando los objetivos planteados, el desarrollo y los resultados puedo llegar a la conclusión que dicho proyecto se realizó con el fin de hacer un trabajo con mayor eficiencia y con el menor riesgo posible considerando que son equipos de muy alto costo y que por pequeños descuidos pueden llegar a quemarse.

Cabe resaltar que el 50% de la información fue proporcionada por dicha central y el otro 50% se obtuvo a través de las investigaciones de campo realizadas, Es importante mencionar que la automatización de dichos compresores es un gran beneficio para los empleados de dicha empresa, ya que evitaría riesgo tanto a los compresores como a las unidades, puesto que si el tanque de almacenamiento no tiene la presión de aire suficiente los generadores no pueden pasar a condensadores, ya que de inicio requieren una presión aproximada de 25 PSI.

Este proyecto permitirá tener un control de dichos elementos desde la sala de operaciones, lo cual podrá ayudar a reducir fallas, puesto que se implementó un bloque de mensajes que nos enviara señales de las fallas en el preciso momento que estén ocurriendo.

Es importante mencionar que el tener el control de los equipos mencionados es de vital importancia para el correcto funcionamiento de la central, puesto que el condensador síncrono nos permite corregir el F.P y sobre todo eliminar los reactivos que quedan en la red para así la potencia no se vea perdida en el traslado hacia el área de transmisión si no que esta potencia sea utilizada y deje de ser trabajo perdido.

Los resultados obtenidos en este proyecto son los esperados puesto que no había antecedentes acerca de la automatización de dichos compresores, este proyecto se inició de cero, y fue propuesto por la problemática que ya existía ante la falta de la S.C de dichos compresores.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] O. A. Balata, «Simulacion proyecto de automatizacion compresores de aireen Coca Cola FEMSA,» BOGOTA, 2009.
- [2] L. L. d. I. C. Cruz, «Automatizacion del sistema de aire comprimido para ahorro de energia,» Guatemala, 2011.
- [3] D. J. C. Molina, «Automatizacion de compresores para el control y monitoreo de presion en tanques de almacenamiento de amoniaco,» Cartagena de Indias, 2014.
- [4] G. S. R. Maza, «Diseño de sistema de control secuencial de operacion de cuatro compresores,» México Distrito Federal, 2007.
- [5] [En línea].
- [6] «Condensadores Sincronos,» [En línea]. Available: <https://cursostesla.com/condensador-sincrono-maquina-sincrona/>. [Último acceso: 2 Diciembre 2019].
- [7] [En línea].
- [8] ABB, «Condensadores síncronos para la compensación de la potencia reactiva,» [En línea]. Available: <https://new.abb.com/motors-generators/es/condensadores-sincronos>. [Último acceso: 12 noviembre 2019].

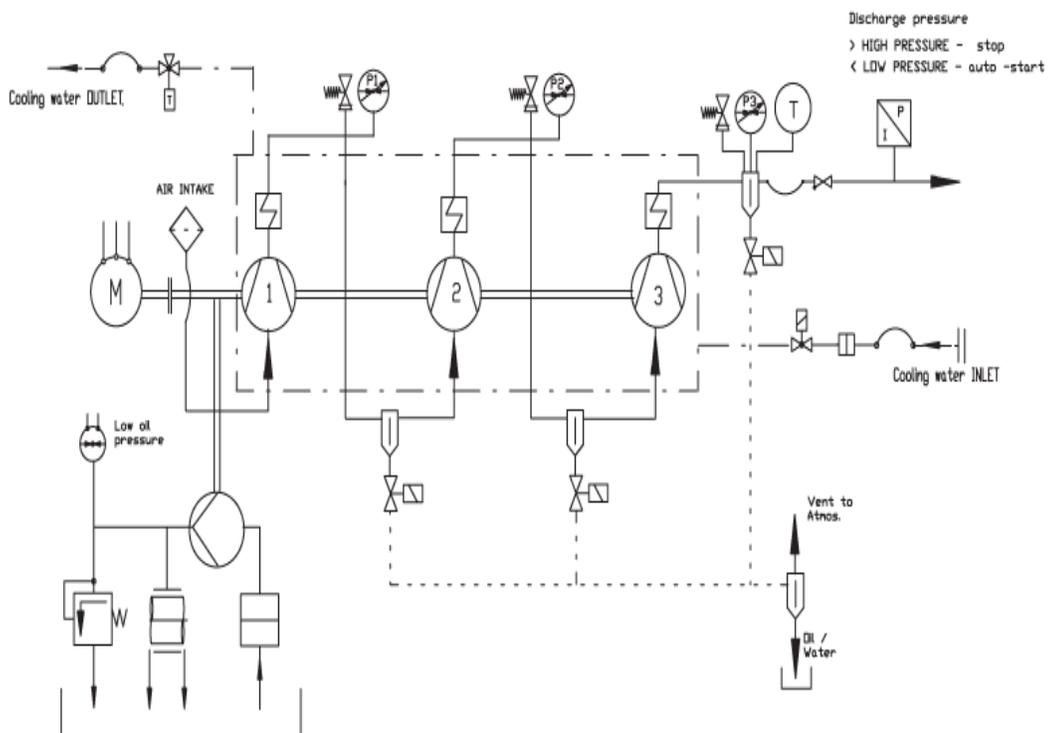
ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE PARAMETRO DE LOS COMPRESORES

WP3100 Data Sheet				
	Operating Pressure	Speed		UNITS
		1170 RPM (60 Hz)	1770 RPM (60 Hz)	
Flow & Power	870 PSIG	83.7	122.9	SCFM
		49.6	75.0	HP
	1160 PSIG	82.8	117.1	SCFM
		52.2	79.0	HP
	1450 PSIG	81.3	116.8	SCFM
		54.6	82.6	HP
Technical Specifications	Motor rating	60	115	HP
	Current @ 460 Volts	70	136	Amps
	Weight of block and motor	2970	2970	Pounds
	Noise level @ 3 ft per DIN45635	85	90	dB(A)
	Heat dissipation to water	133,000	198,000	Btu/hr
	Heat dissipation to ambient	31,000	44,000	Btu/hr
	Cooling water needed	16	23	GPM
	Residual oil content at gas outlet (without filtration)	<5		mg/m ³
	Delta temperature (gas outlet vs. Water inlet)	29	36	°F
	Operational ambient temperature range	40-130		°F
	Operating pressure range	500-1450		psig
	Oil sump capacity	14.3		Quarts
	Dimensions of block and motor (L x W x H)	69 X 46 X 42		Inches
	Cooling method	Water-Cooled		

Drive type	Direct Drive
Stages/Cylinders	3/3

ANEXO B: DIAGRAMA ELECTRICO DEL COMPRESOR



High Quality. High Performance. High Pressure

ANEXO C: SECUENCIA DE CONTROL DE COMPRESORES CONDENSADORES SINCRONOS S7

SIMATIC U- 03/10/2019 13:21:47
AUXILIAR\SIMATIC 400(1)\CPU 414-2 DP\...\FC30 - <offline>

FC30 - <offline>
 "Ctrl Compresores" Control Compresores Condensadores Sincronos.
 Nombre: Ctr_Comp Familia: ACOTEC
 Autor: GALT Versión: 0.1
 Hora y fecha Código: 22/01/2005 13:35:58
 Interface: 20/01/2005 08:09:00
 Longitud (bloque / código / datos): 02262 01982 00002

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IH		0.0	
OUT		0.0	
IH_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloque: FC30 Control Compresores Condensadores Sincronos.

Segm.: 1 Valvula 20AM1 Compresor 1 Local.

E92.5	E92.6	E92.7	DB30.DBX0. 0
Comutador	Comutador	Comutador	Valvula
Valvula	Valvula	Valvula	Enfriamien
Compresor	Compresor	Compresor	to
1 Local.	1 Remoto.	1 Fuera	Compresor
"43AW1	"43AW1	Servicio.	1 Modo
Man"	PLC"	"43AW1	Local.
		Fuera"	"Compresor
			es".
			Loc 20AM1

—| |—|/|—|/|—|<—|

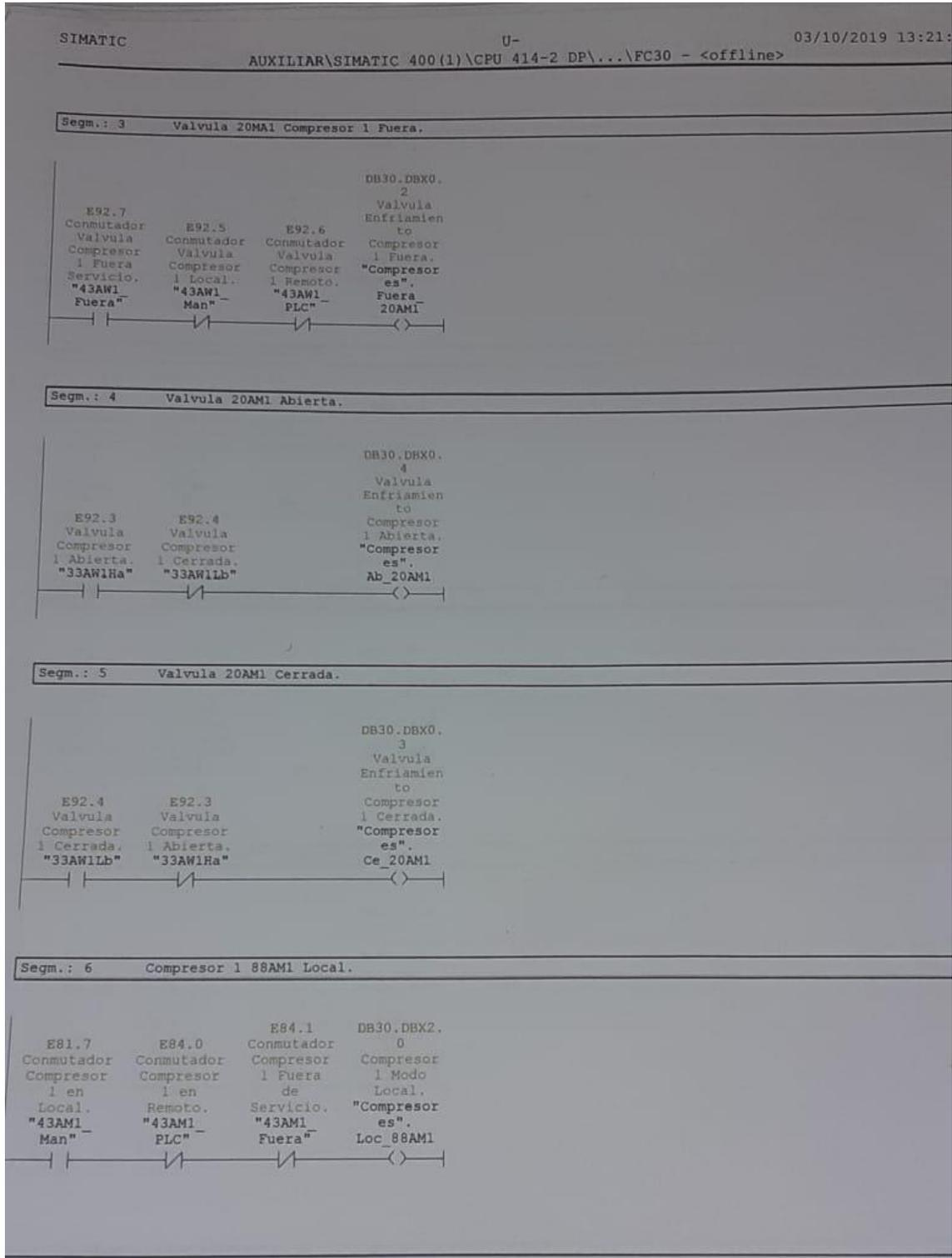
Segm.: 2 Valvula 20AM1 Compresor 1 Remoto.

E92.6	E92.5	E92.7	DB30.DBX0. 1
Comutador	Comutador	Comutador	Valvula
Valvula	Valvula	Valvula	Enfriamien
Compresor	Compresor	Compresor	to
1 Remoto.	1 Local.	1 Fuera	Compresor
"43AW1	"43AW1	Servicio.	1 Modo
PLC"	Man"	"43AW1	Remoto.
		Fuera"	"Compresor
			es".
			Rem 20AM1

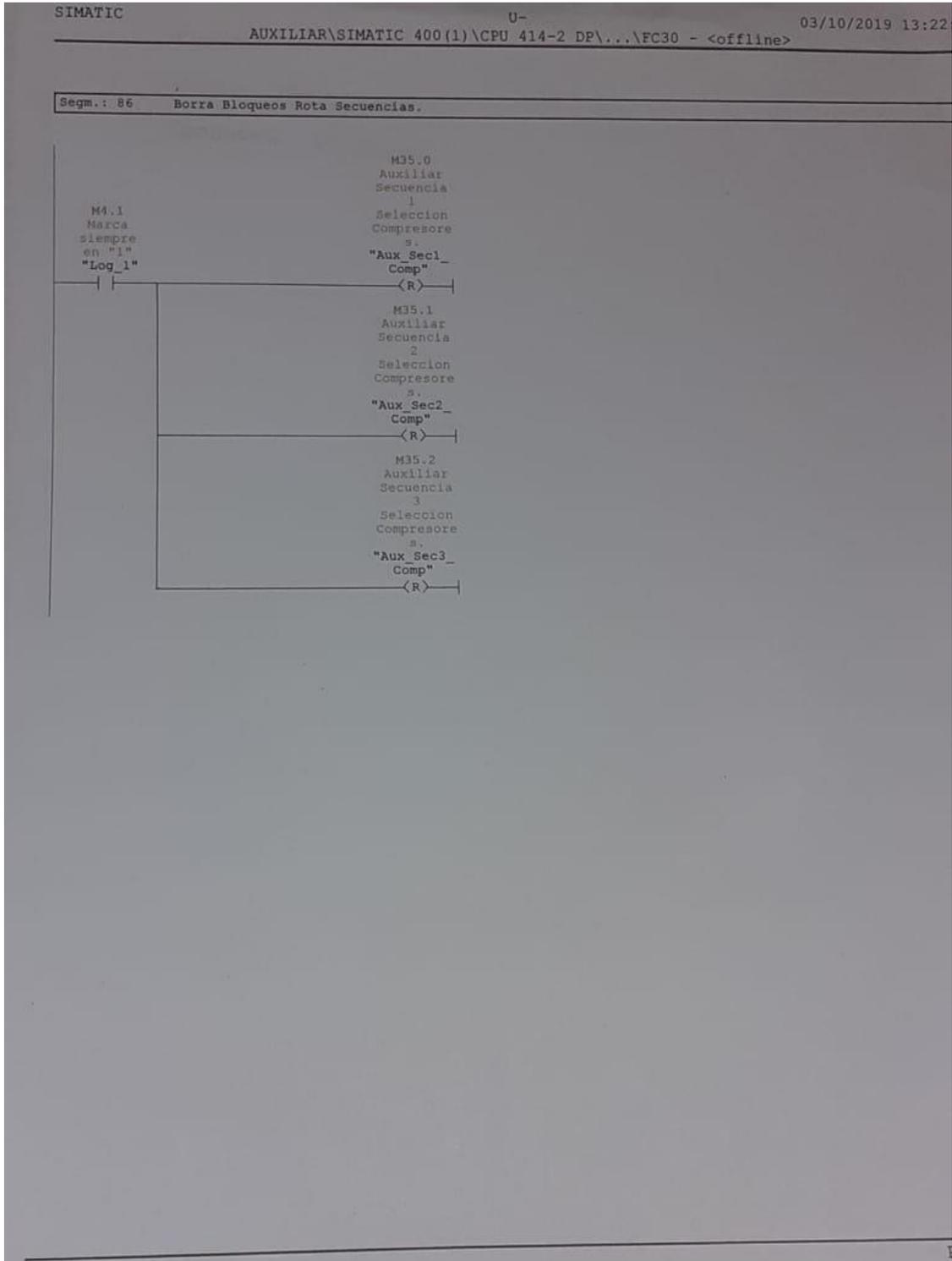
—| |—|/|—|/|—|<—|

Page 1

ANEXO D: SECUENCIA DE COMPRESOR 1 Y 2



ANEXO E: BARRA DE BLOQUES ROTATIVOS



ANEXO F: CONDENSADORES SINCRONOS

